

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/019516

International filing date: 24 October 2005 (24.10.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-347712
Filing date: 30 November 2004 (30.11.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 19 January 2006 (19.01.2006)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 1 月 3 0 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 3 4 7 7 1 2

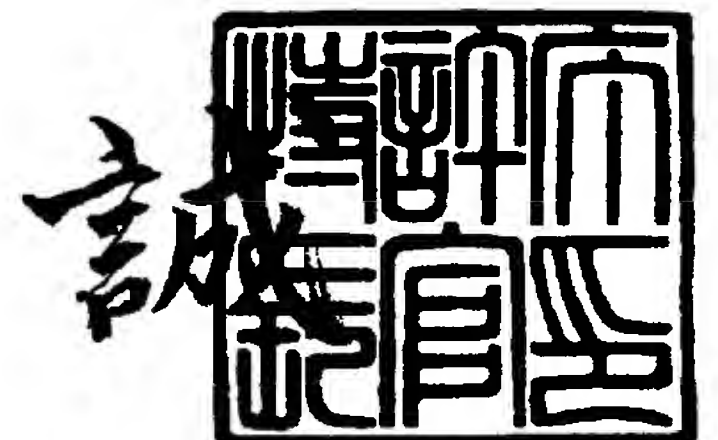
パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号
J P 2 0 0 4 - 3 4 7 7 1 2
The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 松下電工株式会社

2 0 0 5 年 1 2 月 2 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

中 嶋



【書類名】

特許願

【整理番号】

04P02311

【提出日】

平成16年11月30日

【あて先】

特許庁長官殿

【国際特許分類】

G06T 7/00
H04N 5/335

【発明者】

【住所又は居所】

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地

【氏名】

松下電工株式会社内
中元 栄次

【発明者】

【住所又は居所】

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地

【氏名】

松下電工株式会社内
萩尾 健一

【発明者】

【住所又は居所】

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地

【氏名】

松下電工株式会社内
河原 英喜

【特許出願人】

【識別番号】

000005832

【氏名又は名称】

松下電工株式会社

【代理人】

【識別番号】

100087767

【弁理士】

【氏名又は名称】

西川 恵清

【電話番号】

06-6345-7777

【選任した代理人】

【識別番号】

100085604

【弁理士】

【氏名又は名称】

森 厚夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】

053420

【納付金額】

16,000円

【提出物件の目録】

【物件名】

特許請求の範囲 1

【物件名】

明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【包括委任状番号】

9004844

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

光を対象空間に照射する発光源と、受光光量に応じた受光出力を発生する複数個の感光部が配列され対象空間を撮像する光検出素子と、発光源から対象空間へ光を照射していないときの各感光部の受光出力と発光源から対象空間へ光を照射したときの各感光部の受光出力との差分からなる受光出力の振幅値を画素値とする振幅画像を生成する画像生成部と、画像生成部で生成された振幅画像に基づいて対象空間内に存在する物体の特徴量を抽出する特徴量抽出部と、特徴量抽出部により抽出された物体の特徴量を予め登録されているテンプレートと照合して類似度を算出する類似度演算部と、類似度演算部で算出された類似度が所定値以上になる物体をテンプレートに相当する対象物として認識する対象物認識部とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記特徴量抽出部は、前記振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分強度値である振幅微分値を画素値とする振幅微分画像を生成し、振幅微分画像から前記特徴量を抽出することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記特徴量抽出部は、前記振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分方向値である振幅勾配方向値を画素値とする振幅勾配方向画像を生成し、振幅勾配方向画像から前記特徴量を抽出することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

予め前記光検出素子により前記対象空間内の物体として認証対象者を撮像したときに前記特徴量抽出部により抽出された認証対象者の顔の特徴量に基づいて作成した顔テンプレートを前記テンプレートとして登録保持するテンプレート作成記憶部を備え、前記類似度演算部は、前記特徴量抽出部により抽出された物体の特徴量をテンプレート作成記憶部に登録されている前記テンプレートと照合して類似度を算出し、前記対象物認識部は、前記類似度演算部で算出された類似度が前記所定値以上になる場合に、前記光検出素子により撮像された物体が認証対象者本人であることを認証する認証機能を有することを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の画像処理装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象空間を撮像した画像を用いて対象空間に存在する対象物を認識する画像処理装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、対象空間を撮像した画像を用いて対象空間内の対象物の外観を抽出したりする画像処理装置が種々提案されている。

【0003】

しかしながら、従来の画像処理装置では、対象物を抽出する技術において用いる画像が対象空間の明暗を反映した濃淡画像であって、環境光の光量変化の影響を受けるので、環境光の光量にほとんど変化の生じない環境でしか使用できなかった。

【0004】

また、濃淡画像を用いてテンプレートと照合するパターンマッチングでは、対象物のエッジを抽出するにあたって、環境光の影響を軽減するために、濃淡画像にソーベルオペレータ（ソーベルフィルタ）のようなエッジ強調オペレータ（エッジ強調フィルタ）を適用して対象物のエッジを強調し、適宜の閾値で2値化することで、濃淡画像全体の明暗変化の影響を軽減できることが知られている。

【0005】

しかしながら、濃淡画像においてエッジを強調しても、環境光で生じた影などにより対象物に存在しないエッジが抽出されることもあり、結果的にテンプレートとの類似度が低下し、対象物を認識できないことがあった。

【0006】

そこで、濃淡画像にソーベルフィルタなどを適用して濃度勾配方向画像を生成し、濃度勾配方向画像とテンプレートとを照合するようにした画像処理装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】 特開2004-302581号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記特許文献1に開示された画像処理装置のように、濃淡画像にソーベルフィルタなどを適用し濃度勾配方向画像を生成してからテンプレートとの照合を行う技術を採用した場合、全体的な環境光の影響を軽減できるが、例えば対象物の側方からの環境光により生じた影などの影響によって対象物の濃度勾配方向が変化してしまい、対象物を正しく認識できないことがあった。

【0008】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく対象物を認識することができる画像処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1の発明は、光を対象空間に照射する発光源と、受光光量に応じた受光出力を発生する複数個の感光部が配列され対象空間を撮像する光検出素子と、発光源から対象空間へ光を照射していないときの各感光部の受光出力と発光源から対象空間へ光を照射したときの各感光部の受光出力との差分からなる受光出力の振幅値を画素値とする振幅画像を生成する画像生成部と、画像生成部で生成された振幅画像に基づいて対象空間内に存在する物体の特徴量を抽出する特徴量抽出部と、特徴量抽出部により抽出された物体の特徴量を予め登録されているテンプレートと照合して類似度を算出する類似度演算部と、類似度演

算部で算出された類似度が所定値以上になる物体をテンプレートに相当する対象物として認識する対象物認識部とを備えることを特徴とする。

【0010】

この発明によれば、光検出素子のダイナミックレンジの範囲内であれば対象空間の環境光の変動に起因した各感光部の受光出力の変化の影響を受けることなく同じ画素値が得られることとなるから、つまり、画像生成部にて生成される画像として、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく同じ振幅画像が得られることとなるから、物体の特徴量を安定して抽出することが可能となり、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく対象物を認識することができる。

【0011】

請求項2の発明は、請求項1の発明において、前記特徴量抽出部は、前記振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分強度値である振幅微分値を画素値とする振幅微分画像を生成し、振幅微分画像から前記特徴量を抽出することを特徴とする。

【0012】

この発明によれば、前記特徴量を抽出する入力画像として前記振幅画像を用いる場合に比べて、段差のように距離の変化率が大きい領域と距離の変化率が小さい領域とを容易に識別することが可能になり、対象物を正確に認識することができる。

【0013】

請求項3の発明は、請求項1の発明において、前記特徴量抽出部は、前記振幅画像の振幅値から求められる各画素の微分方向値である振幅勾配方向値を画素値とする振幅勾配方向画像を生成し、振幅勾配方向画像から前記特徴量を抽出することを特徴とする。

【0014】

この発明によれば、前記特徴量を抽出する入力画像として前記振幅画像を用いる場合に比べて、前記発光源と前記対象空間内に存在する物体との間の距離の変化による物体での反射光の変化の影響を軽減できるので、対象物を正しく認識することができる。

【0015】

請求項4の発明は、請求項1ないし請求項3の発明において、予め前記光検出素子により前記対象空間内の物体として認証対象者を撮像したときに前記特徴量抽出部により抽出された認証対象者の顔の特徴量に基づいて作成した顔テンプレートを前記テンプレートとして登録保持するテンプレート作成記憶部を備え、前記類似度演算部は、前記特徴量抽出部により抽出された物体の特徴量をテンプレート作成記憶部に登録されている前記テンプレートと照合して類似度を算出し、前記対象物認識部は、前記類似度演算部で算出された類似度が前記所定値以上になる場合に、前記光検出素子により撮像された物体が認証対象者本人であることを認証する認証機能を有することを特徴とする。

【0016】

この発明によれば、環境光の影響を受けることなく認証対象者の顔の認証判断を行うことができる。ここで、振幅画像は物体の背景を除去しやすい特性があり、対象物のみを主に抽出することができるので、顔のみが前記光検出素子の比較的近くに位置することが多い顔認証の用途では、背景をより抽出しなくなり、対象物である顔のみを抽出して認証に要する時間の短縮化を図れるとともに、顔認証の精度の向上を図れる。

【発明の効果】

【0017】

請求項1の発明では、光検出素子のダイナミックレンジの範囲内であれば対象空間の環境光の変動に起因した各感光部の受光出力の変化の影響を受けることなく同じ画素値が得られることとなるから、物体の特徴量を安定して抽出することが可能となり、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく対象物を認識することができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本実施形態の画像処理装置は、図1に示すように、光を対象空間に照射する発光源2と、受光光量に応じた受光出力を発生する複数個の感光部1aが配列され対象空間を撮像す

る光検出素子10と、発光源2から対象空間へ光を照射していないときの各感光部1aの受光出力と発光源2から対象空間へ光を照射したときの各感光部1aの受光出力との差分からなる受光出力の振幅値を画素値とする振幅画像f1（図2参照）を生成する画像生成部3と、画像生成部3で生成された振幅画像f1に基づいて対象空間内に存在する物体（本実施形態では、人物）Obの特徴量を抽出する特徴量抽出部4と、通常動作モードとテンプレート作成モードとを選択的に設定する動作モード設定部（図示せず）と、動作モード設定部にてテンプレート作成モードが設定されている状態で光検出素子10により対象空間内の物体Obとして認証対象者を撮像したときに特徴量抽出部4により抽出された認証対象者の顔の特徴量に基づいてテンプレート（本実施形態では、顔テンプレート）を作成し当該テンプレートを登録保持（記憶）するテンプレート作成記憶部TPと、動作モード設定部にて通常動作モードが設定されている状態で特徴量抽出部4により抽出された物体の特徴量をテンプレート作成記憶部TPに登録保持されているテンプレートと照合して類似度を算出する類似度演算部5と、類似度演算部5で算出された類似度が所定値以上になる物体Obをテンプレートに相当する対象物として認識する対象物認識部6（つまり、対象物認識部6は、類似度に基づいて、テンプレートに相当する対象物の存否を判断する）とを備えている。なお、光検出素子10は後述の受光光学系7を通して対象空間を撮像する。

【0019】

上述の特徴量抽出部4は、振幅画像f1の振幅値から求められる各画素の微分強度値である振幅微分値を画素値とする振幅微分画像を生成し当該振幅微分画像を規定の閾値で2値化した画像からなる出力画像f2（図4参照）を生成する画像加工手段（図示せず）を備えており、画像加工手段にて生成された出力画像f2から顔の特徴量を抽出する。また、対象物認識部6は、類似度演算部5で算出された類似度が上記所定値以上になる場合に、光検出素子10により撮像された物体Obが認証対象者本人であることを認証する認証機能を有している。言い換えれば、対象物認識部6は、類似度演算部5で算出された類似度が上記所定値未満の場合には、光検出素子10により撮像された物体Obが認証対象者本人であるとは認証しない。

【0020】

したがって、本実施形態の画像処理装置では、予めテンプレート作成モードにおいて入室を希望する人物（物体Ob）を光検出素子10により撮像してテンプレートを作成しておき、その後、通常動作モードにおいて生成された振幅微分画像を規定の閾値で2値化した出力画像f2とテンプレートとのパターンマッチングを行って類似度を算出し、算出された類似度に基づいて上記人物が入室の許可されている認証対象者本人であるか否かを判定する顔認証を行うことができる。

【0021】

以下、本実施形態の画像処理装置の各構成要素について詳述する。

【0022】

本実施形態では、光検出素子10として、1個の感光部1aと1個の電荷集積部1b（図1参照）とを形成する単位構成の受光素子1（図5（a），（b）参照）を1枚の半導体基板に複数個配列したイメージセンサを想定している。

【0023】

受光素子1は、不純物を添加したシリコン層からなる半導体層11を備えるとともに、半導体層11の主表面の全面に亘ってシリコン酸化膜からなる絶縁膜12を有し、半導体層11に絶縁膜12を介して制御電極13を設けた構成を有する。受光素子1はMIS素子として知られた構造であるが、1個の受光素子1として機能する領域に複数個（図示例では5個）の制御電極13を備える点が通常のMIS素子とは異なる。絶縁膜12および制御電極13は発光源2から対象空間に照射される光と同波長の光が透過するように材料が選択され、絶縁膜12を通して半導体層11に光が入射すると、半導体層11の内部に電荷が生成される。つまり、受光素子1の受光面は図5（a），（b）における半導体層11の主表面（上面）になる。図示例の半導体層11の導電形はn形であり、光の照射に

より生成される電荷としては電子 e を利用する。

【0024】

この構造の受光素子 1 では、制御電極 13 に正の制御電圧 $+V$ を印加すると、半導体層 11 には制御電極 13 に対応する部位に電子 e を集積するポテンシャル井戸（空乏層）14 が形成される。つまり、半導体層 11 にポテンシャル井戸 14 を形成するように制御電極 13 に制御電圧を印加した状態で光が半導体層 11 に照射されると、ポテンシャル井戸 14 の近傍で生成された電子 e の一部はポテンシャル井戸 14 に捕獲されてポテンシャル井戸 14 に集積され、残りの電子 e は半導体層 11 の深部での再結合により消滅する。また、ポテンシャル井戸 14 から離れた場所で生成された電子 e も半導体層 11 の深部での再結合により消滅する。つまり、光が照射されると半導体層 11 が電荷を生成する感光部 1a として機能し、ポテンシャル井戸 14 は電荷を集積して保持する電荷集積部 1b として機能する。

【0025】

上述のように、ポテンシャル井戸 14 は制御電圧を印加した制御電極 13 に対応する部位に形成されるから、制御電圧を印加する制御電極 13 の個数を変化させることにより半導体層 11 の主表面に沿ったポテンシャル井戸 14 の面積を変化させることができる。半導体層 11 で生成された電荷のうちポテンシャル井戸 14 に集積される電荷の割合は、ポテンシャル井戸 14 の面積が大きいほど多くなり、後述するようにポテンシャル井戸に集積した電荷を利用するから、ポテンシャル井戸 14 の面積を大きくするほど感度を高めたことになる。言い換えると、感光部 1a の感度をポテンシャル井戸 14 の面積により制御したことになる。また、ポテンシャル井戸 14 は電荷集積部 1b として機能するから、制御電極 13 に印加する制御電圧を変化させることにより、受光面に占める電荷集積部 1b の面積を変化させ、電荷集積部 1b の面積を変化させることにより感光部 1a の感度を調節すると言える。

【0026】

例えば、図 5（a）のように内側の 3 個の制御電極 13 に制御電圧 $+V$ を印加し外側の 2 個の制御電極 13 には電圧を印加しない（0 V）場合と、図 5（b）のように中央の 1 個の制御電極 13 に制御電圧 $+V$ を印加し残りの 4 個の制御電極 13 には電圧を印加しない（0 V）場合とでは、図 5（a）の場合のほうが電荷集積部 1b であるポテンシャル井戸 14 が受光面に占める面積が大きくなる。したがって、図 5（a）の状態のほうが図 5（b）の状態に比較して同光量に対してポテンシャル井戸 14 に集積される電荷の割合が多くなり、実質的に感光部 1a の感度を高めたことになる。

【0027】

本実施形態の光検出素子 10 は、上述のように複数個の受光素子 1 を 1 枚の半導体基板に配列したイメージセンサを想定しており、上述した受光素子 1 において電荷集積部 1b であるポテンシャル井戸 14 から電荷を取り出すには、CCD と同様の技術を採用する。つまり、ポテンシャル井戸 14 に電荷が集積された後に、制御電極 13 に印加する制御電圧の印加パターンを制御することによってポテンシャル井戸 14 に集積された電荷を転送し、半導体層 11 に設けた図示しない電極から電荷を取り出す。電荷を転送するための構成としては、フレーム転送型の CCD と同様の構成あるいはインターライン型の CCD と同様の構成を採用することができる。フレーム転送型の CCD と同様の構成を採用する場合には図 5 の右方向または左方向に電荷を転送するようにポテンシャル井戸 14 の形状を変化させればよく、インターライン型の CCD と同様の構成を採用する場合には図 5 の左右方向に沿った CCD を設け、ポテンシャル井戸 14 から CCD に電荷を引き渡した後に CCD により図 5 の左右方向に電荷を転送すればよい。

【0028】

上述したように、受光素子 1 において、半導体層 11 は、光の入射により電荷を生成する感光部 1a（図 1 参照）として機能するとともに、制御電極 13 に制御電圧を印加しポテンシャル井戸 14 を形成することにより感光部 1a で生成された電荷を集積する電荷集積部 1b（図 1 参照）として機能する。また、半導体層 11 に光が入射している間に制御

電極 1 3 に印加する制御電圧の印加パターンを変化させることによって感光部 1 a の感度を制御することができる。

【 0 0 2 9 】

電荷集積部 1 b に集積した電荷を取り出すために、フレイム転送型の C C D と同様の構成を採用する場合には、制御電極 1 3 に印加する制御電圧の印加パターンを制御することによって電荷を転送することになるから、電荷集積部 1 b に電荷を集積する集積期間とは異なる取出期間において電荷集積部 1 b の電荷を取り出すことができるように制御電極 1 3 に印加する制御電圧を制御すればよく、半導体層 1 1 は制御電極 1 3 とともに電荷取出部 1 c (図 1 参照) としても機能する。

【 0 0 3 0 】

上述の光検出素子 1 0 は、例えば、1 枚の半導体基板上に設定した二次元正方格子の格子点上にそれぞれ上述した構成の受光素子 1 を配置して構成され、例えば 1 0 0 個×1 0 0 個の受光素子 1 をマトリクス状に配列した構成を有している。また、マトリクス状に配列した受光素子 1 のうち垂直方向の各列では一体に連続する半導体層 1 1 を共用するとともに、制御電極 1 3 を垂直方向に並設することにより、半導体層 1 1 を垂直方向への電荷の転送経路として用いることができる。イメージセンサとしての光検出素子 1 0 を構成するには、半導体基板に、垂直方向の各列の半導体層 1 1 の一端から電荷を受け取って水平方向に電荷を転送する C C D からなる水平転送部を設ける。なお、図 1 では制御電極 1 3 を各感光部 1 a に 1 個ずつ対応付けた形で示しているが、実際には図 5 のように複数個 (例えば 5 個) の制御電極 1 3 を設ける。また、本実施形態では制御電極 1 3 を電荷取出部 1 c における電荷の転送に兼用している。

【 0 0 3 1 】

対象空間に光を照射する発光源 2 としては、例えば多数個の発光ダイオードを一平面上に配列したものや半導体レーザと発散レンズとを組み合わせたものを用いる。発光源 2 から放射する光は、赤外線と可視光とのどちらでも用いることができる。赤外線を用いれば夜間でも発光源 2 の点灯に気付かれることがないから監視カメラなどの目的に適した構成になり、可視光を用いれば人が目で見るときの状態に近い画像を得ることができる。発光源 2 は、制御回路部 8 から出力される所定の変調周波数の変調信号により駆動される。変調信号には方形波を用い、変調周波数は 1 0 ～ 1 0 0 k H z から選択し、デューティは 5 0 % としてある。したがって、発光源 2 は 1 0 ～ 1 0 0 μ s の周期で点灯と消灯とを同じ時間ずつ交互に繰り返すことになる。発光源 2 が点灯と消灯とを繰り返す周期は人の目では認識できない程度の短い周期にする。つまり、発光源 2 は実際には点灯と消灯とを繰り返しているが、人の目には連続して点灯しているように見えることになる。ただし、これらの数値は一例であり、変調周波数は適宜に設定可能である。

【 0 0 3 2 】

一方、光検出素子 1 0 には受光光学系 7 を通して光が入射する。受光光学系 7 は光検出素子 1 0 の各受光素子 1 に対象空間を投影するために設けられている。すなわち、受光光学系 7 は、光検出素子 1 0 において受光素子 1 を配列した 2 次元平面に対象空間である 3 次元空間をマッピングする。したがって、光検出素子 1 0 から受光光学系 7 を通して見る視野内に存在する物体 0 b は受光素子 1 に対応付けられる。

【 0 0 3 3 】

ところで、図 1 では光検出素子 1 0 の機能の理解を容易にするために、受光素子 1 の機能を上述したように感光部 1 a と電荷集積部 1 b と電荷取出部 1 c とに分けて記載している。ただし、図 1 における電荷取出部 1 c は、半導体層 1 1 だけではなく上述した水平転送部も含んでいる。また、感光部 1 a と電荷集積部 1 b と電荷取出部 1 c とは、上述のように制御電極 1 3 を共用しており、制御回路部 8 で生成され制御電極 1 3 に印加される制御電圧の印加パターンを制御することによって、感光部 1 a への光の照射により生成される電荷のうち電荷集積部 1 b に集積する電荷の割合を決める感度の調節と、電荷集積部 1 b を形成するタイミングの調節と、電荷取出部 1 c により電荷集積部 1 b から電荷を取り出すタイミングの調節とがなされる。つまり、制御電圧の印加パターンと印加パターンを

変化させるタイミングとを制御することにより、電荷集積部 1 b に電荷を集積する集積期間と、集積期間とは異なる期間であって電荷取出部 1 c により電荷集積部 1 b から電荷を取り出して画像生成部 3 に受光出力を与える取出期間とを制御することができる。

【0034】

以下に具体的な動作を説明する。発光源 2 は図 6 (a) に示すように点灯と消灯とを交互に繰り返すように制御回路部 4 からの変調信号により駆動される。点灯と消灯との各期間（以下、それぞれ点灯期間 T_a 、消灯期間 T_b と呼ぶ）は本実施形態では等しくしてある（つまり、変調信号のデューティは 50 % にしている）。発光源 2 から対象空間に照射され物体 0 b で反射された光は、図 6 (b) のように、物体 0 b までの距離に応じた遅れ時間 T_d で受光素子 1 に入射する。ただし、遅れ時間 T_d は点灯期間 T_a および消灯期間 T_b に比較すると通常はごく短時間であるから無視することができる。

【0035】

制御回路部 8 は、制御電極 1 3 に印加する制御電圧を制御し、発光源 2 の点灯期間 T_a に電荷集積部 1 b の面積を大きくすることによって集積した電荷と、消灯期間 T_b に電荷集積部 1 b の面積を大きくすることによって集積した電荷とをそれぞれ受光出力として画像生成部 3 に与える。つまり、点灯期間 T_a に感光部 1 a を高感度にした状態で電荷集積部 1 b に集積した電荷を受光出力として取り出す状態と、消灯期間 T_b に感光部 1 a を高感度にした状態で電荷集積部 1 b に集積した電荷を受光出力として取り出す状態とを繰り返すように、制御回路部 8 により制御電極 1 3 への制御電圧の印加パターンを制御する。

【0036】

受光出力は、点灯期間 T_a の全期間と消灯期間 T_b の全期間とのそれぞれについて集積した電荷を用いることを想定しているが、点灯期間 T_a の一部期間と消灯期間 T_b の一部期間とのそれぞれについて集積した電荷を用いるようにしてもよい。後者の場合には、電荷を集積する期間を等しくしておけば、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b とのデューティを 50 % 以外とすることができ、また受光出力における遅れ時間 T_d の影響による誤差を除去することができる。また、1 回の点灯期間 T_a あるいは消灯期間 T_b は短時間であって、1 回の点灯期間 T_a あるいは消灯期間 T_b では画像生成部 3 で処理する（振幅画像 f_1 を生成する）のに必要な大きさの受光出力を得るのは難しいから、複数回の点灯期間 T_a で電荷集積部 1 b に集積した電荷を点灯期間 T_a の受光出力として用い、複数回の消灯期間 T_b で電荷集積部 1 b に集積した電荷を消灯期間 T_b の受光出力として用いるのが望ましい。電荷集積部 1 b に電荷を集積する集積期間と、電荷取出部 1 c が電荷集積部 1 b から電荷を取り出して受光出力として画像生成部 3 に与える取出期間とは、上述したように制御電極 1 3 に印加する制御電圧により調節することができる。

【0037】

画像生成部 3 は、点灯期間 T_a の受光出力と消灯期間 T_b の受光出力との差分（言い換えれば、発光源 2 から対象空間へ光を照射していないときの各感光部 1 a の受光出力と発光源 2 から対象空間へ光を照射したときの各感光部 1 a の受光出力との差分）を各感光部 1 a（受光素子 1）ごとの画素値とする振幅画像 f_1 を生成する。図示例では説明を単純にするために、1 回の点灯期間 T_a における受光出力 A_a を点灯期間 T_a の受光出力とし、1 回の消灯期間 T_b における受光出力 A_b を消灯期間 T_b の受光出力としている。

【0038】

したがって、図 7 に曲線 E で示すように、環境光の強度が時間経過に伴って変化しているとすると、この曲線 E は発光源 2 の消灯期間 T_b において感光部 1 a に入射する光の強度に相当し、結果的に消灯期間 T_b における受光出力 A_b に対応する。このように発光源 2 の消灯期間 T_b の受光出力 A_b は曲線 E の高さに相当するから、発光源 2 の点灯期間 T_a の受光出力 A_a は曲線 E よりも高くなる。つまり、発光源 2 が点灯と消灯とを繰り返すことにより、光検出素子 1 0 からの受光出力 A_a 、 A_b は、点灯期間 T_a には曲線 E よりも高くなり、消灯期間 T_b には曲線 E の高さになる。発光源 2 から対象空間に照射された光に対応する受光出力は曲線 E よりも上の部分であるから、点灯期間 T_a の受光出力 A_a と消灯期間 T_b の受光出力 A_b との差分（ $A_a - A_b$ ）を求めることにより、環境光の影

響を除去して発光源 2 から対象空間に照射された光の成分のみを抽出することができる。この差分 ($A_a - A_b$) を各受光素子 1 の位置に対応付けた画像が振幅画像 f_1 になる。

【0039】

なお、差分 ($A_a - A_b$) は隣接した点灯期間 T_a の受光出力 A_a と消灯期間 T_b (図5の例では点灯期間 T_a の直後の消灯期間 T_b を用いている) の受光出力 A_b とから求めており、差分 ($A_a - A_b$) を求める点灯期間 T_a と消灯期間 T_b とを合わせた程度の期間では環境光の強度 E は実質的に変化がないものとみなしている。したがって、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b とにおける環境光による受光出力は相殺され、発光源 2 から対象空間に照射され物体 O_b で反射された反射光に対応する受光出力のみが残り、結果的に、振幅画像 f_1 では、物体 O_b のみを強調した画像を得ることができる。

【0040】

上述した構成では、感光部 1a と電荷集積部 1b とで半導体層 11 を共用しているから、ポテンシャル井戸 14 の面積を大きくし感光部 1a が高感度になるように制御電極 13 に制御電圧を印加している期間ではない期間 (つまり、ポテンシャル井戸 14 の面積を小さくし感光部 1a を低感度に設定している期間やポテンシャル井戸 14 に集積した電荷を転送している期間) であっても、受光素子 1 に光が入射していると電荷集積部 1b に電荷が集積される。すなわち、電荷集積部 1b には感光部 1a を高感度に設定することにより生成した電荷以外の電荷が混入する。ただし、電荷集積部 1b に電荷を保持したり電荷を転送したりしている期間には、感光部 1a が低感度であって電荷集積部 1b の面積が小さくなっているから不要な電荷の混入量は比較的少なくなる。なお、点灯期間 T_a の電荷と消灯期間 T_b の電荷とをそれぞれ電荷集積部 1b に保持している期間において混入する不要な電荷に対応する成分は、差分を求める際に環境光に対応する成分とともに除去することができる。

【0041】

なお、図5(b)のように電荷集積部 1b の面積を小さくしている期間において、必要な電荷以外の電荷の混入を抑制するために、この期間における電荷集積部 1b に対応した制御電極 13 の近傍を遮光膜で覆う構成を採用してもよい。また、上述したように、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b との全期間に亘って感光部 1a を高感度に維持しておく (つまり、電荷集積部 1b の面積を大きい状態に保つ) 必要はなく、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b との一部期間において感光部 1a を高感度にする期間を設ければよいから、物体 O_b までの距離が既知である場合には、図8のように、物体 O_b までの距離に応じた遅れ時間 T_d を考慮し、発光源 2 の点灯または消灯から遅れ時間 T_d が経過した後に感光部 1a を高感度にして電荷集積部 1b に電荷を集積してもよい。この場合には電荷集積部 1b に集積される電荷の量は、図6に示した制御を行う場合に比較すると、遅れ時間 T_d に相当する程度少なくなるが、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b とに受光した光量を正確に反映した受光出力 A_a 、 A_b が得られるから、環境光の影響をより確実に除去できると言える。

【0042】

ところで、画像生成部 3 にて生成された振幅画像 f_1 (図2参照) は特徴量抽出部 4 に与えられる。ここで、図2に示す振幅画像 f_1 の画像座標系は、振幅画像 f_1 の左上を原点とし、x軸の正方向 (x方向) を水平右方向、y軸の正方向 (y方向) を鉛直下方向とする左手系座標系としてあり、特徴量抽出部 4 では、図2に示すようなマスクサイズが 3×3 画素のソーベルフィルタ h_x 、 h_y (なお、図2には、x方向のソーベルフィルタ h_x 、y方向のソーベルフィルタ h_y それぞれについて、振幅画像 f_1 上の重み係数の配置を示してある) を振幅画像 f_1 の全ての画素に適用して局所空間微分を行い、振幅画像 f_1 の振幅値から求められる各画素の微分強度値である振幅微分値を画素とする振幅微分画像を生成し、当該振幅微分画像を上記閾値で2値化して得られた出力画像 f_2 (図4参照) から物体 O_b の特徴量 (本実施形態では、人物の顔の特徴量) を抽出する。

【0043】

振幅画像 f_1 の画素 (u, v) における微分強度値を $|G(u, v)|$ とすれば、微分強度値 $|G(u, v)|$ は、振幅画像 f_1 における注目画素の隣接する8画素 (注目画素の8近傍) の画

素値（本実施形態では、振幅値）を用いて求められる値である。ここにおいて、微分強度値 $|G(u, v)|$ は、図3（a）に示すように注目画素 p_5 を中心とする 3×3 画素の局所領域（矩形領域）における各画素 $p_1 \sim p_9$ それぞれの画素値を図3（b）に示すように $a \sim i$ とすれば、 x 方向の微分値 dx および y 方向の微分値 dy を用いて下記の（式1）で表される。

$$|G(u, v)| = \{ (dx^2(u, v) + dy^2(u, v)) \}^{1/2} \quad \text{（式1）}$$

ただし、

$$dx(u, v) = (c + 2f + i) - (a + 2d + g) \quad \text{（式2）}$$

$$dy(u, v) = (g + 2h + i) - (a + 2b + c) \quad \text{（式3）}$$

（式1）によって求めた振幅微分値を画素値に持つ振幅微分画像においては振幅画像 f_1 における振幅差の大きい部位ほど振幅微分値が大きくなる。特徴量抽出部は、振幅微分画像を上記閾値で2値化することにより出力画像 f_2 を生成する。

【0044】

そして、類似度演算部5において特徴量抽出部4により抽出された物体 O_b の特徴量とテンプレート作成記憶部 TP に登録されているテンプレートとを照合して算出された類似度が対象物認識部6へ与えられ、対象物認識部6では、類似度演算部5で算出された類似度が上記所定値以上になる場合に、光検出素子10により撮像された物体 O_b である人物の顔が認証対象者本人の顔であることを認証（顔認証）する。なお、対象物認識部6では、周知の顔認証の技術を適宜採用すればよく、アフィン変換などの周知の変換技術を適宜用いる。

【0045】

しかして、本実施形態の画像処理装置では、光検出素子10のダイナミックレンジの範囲内であれば対象空間の環境光の変動に起因した各感光部1aの受光出力の変化の影響を受けることなく同じ画素値が得られることとなるから、つまり、画像生成部3にて生成される画像として、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく同じ振幅画像 f_1 が得られることとなるから、物体 O_b の特徴量を安定して抽出することが可能となり、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく対象物を認識することができる。要するに、本実施形態では、環境光の影響を受けることなく認証対象者の顔の認証判断を行うことができる。ここにおいて、振幅画像はダイナミックの範囲内であれば環境光の影響を受けないので、例えば物体 O_b である人の顔と光検出素子10との距離が同じ状況で微分画像を求めた場合には、顔の同じ位置にエッジができる。また、特徴量抽出部4において特徴量を抽出する入力画像として振幅微分画像を2値化して得た出力画像 f_2 を用いているので、振幅画像を用いる場合に比べて、データ量（情報量）を少なくでき、高速に顔認証処理をすることが可能となる。また、振幅画像を用いる場合に比べて、段差のように距離の変化率が大きい領域と距離の変化率が小さい領域とを容易に識別することが可能になり、対象物を正確に認識することができるという利点がある。

【0046】

さらに、光検出素子10に入射する反射光のパワーは距離の2乗に反比例するので、例えば、光検出素子10の前に立っている人の画素値に比べると、背景の画素値が低くなり、図9（a）の濃淡画像 f_{11} と同じ状況で撮像した図9（b）上段の振幅画像 f_1 を上記閾値で2値化することにより図9（b）下段のように背景が除去された振幅2値画像 f_4 を得ることができ、振幅2値画像 f_4 における処理領域を対象物のみに限定することが可能となる。したがって、顔のみが光検出素子10の比較的近くに位置することが多い顔認証の用途では、特に適しており、対象物である顔のみを抽出して認証に要する時間の短縮化を図れるとともに、顔認証の精度の向上を図れる。すなわち、振幅画像はダイナミックレンジの範囲内であれば環境光の影響を受けず、しかも、振幅画像を例えば上記閾値で2値化することにより対象空間内に存在する対象物である物体 O_b の背景を抽出しにくくなり、対象物のみを主に抽出することができるので、濃淡画像全体から特徴量を抽出する場合に比べて、対象物のみを中心にして特徴量を抽出することができ、特徴量の抽出にかかる時間が短縮される。また、環境光の影響を受けていない振幅画像に基づいて生成した

振幅微分画像から特徴量を抽出するので、より精度よく安定して顔の特徴量を抽出することができ、結果的に顔認証の精度の向上を図れる。また、特徴量の位置関係により個人の認証を行う場合、顔全体を認証に用いる場合と比べて情報量を減らすことができ、また、テンプレート作成記憶部TPに複数の顔テンプレートが登録されている場合においても、特徴量の位置関係から本人の可能性が高い顔テンプレートの候補について優先的に類似度を算出して認証を行うことも可能となる。

【0047】

例えば、図10に示すように物体Obである人物の側方に対象空間を照明している照明装置Lが存在している（つまり、物体Obの側方から照射される環境光が存在している）ような状況においては、図11（b）の上側に示した濃淡画像f11の各画素の微分強度値を画素値とする濃淡微分画像を適宜閾値で2値化して得られる図11（b）の下側に示した出力画像f12では顔の特徴量（顔の輪郭、目、鼻、口など）のうち認識できない箇所が多くなってしまう。これに対して、図11（a）の上側に示した振幅画像f1の各画素の微分強度値を画素値とする振幅微分画像を2値化して得られる図11（a）の下側に示した出力画像f2では顔の特徴量をより認識しやすくなっていることが分かる。要するに、濃淡画像を画像処理して得られる出力画像f12は環境光の影響を受けやすいのに対して、振幅画像を画像処理して得られる出力画像f2は環境光の影響を受けにくいので、対象物認識部6において安定して対象物を認識することができる。また、微分強度値は画像の明るさの影響を受け難いので、振幅微分画像を2値化して得られた出力画像f2を用いてテンプレートマッチングを行うことで、テンプレート作成モードにおいて光検出素子10により対象空間を撮像してテンプレートを作成するときの対象空間の明るさと、通常動作モード時において光検出素子10により対象空間を撮像して対象物の認識を行うときの対象空間の明るさが異なっているとしても、対象空間の明るさの変動の影響を受け難く、振幅画像そのものから特徴量を抽出する場合に比べて、特徴量をより正確に抽出することが可能となる。

【0048】

なお、顔の特徴量を抽出する技術について図12を利用して説明すれば、まず、図12（a）に示す振幅画像f1から図12（b）に示す出力画像（振幅微分画像を2値化して得られる画像）f2を作成する。ここにおいて、目、鼻、口などは頬や額などに比べて微分強度値が大きくなるので、振幅微分画像を2値化した場合、図12（b）に示す出力画像f2のように、目、鼻、口、顔の輪郭のみを抽出することが可能となる。したがって、図12（b）に示す出力画像f2において目、鼻、口などの各部位の端点を抽出することによって、図12（c）に示すように顔の特徴点Cを抽出することができ、これらの特徴点の位置関係を用いて顔認証を行うことができる。

【0049】

（実施形態2）

実施形態1では、点灯期間Taの受光出力Aaと消灯期間Tbの受光出力Abとは異なる取出期間において光検出素子10から画像生成部3に与えている。つまり、点灯期間Taに対応する集積期間に集積した電荷を受光出力として画像生成部3に与える取出期間と、消灯期間Tbに対応する集積期間に集積した電荷を受光出力として画像生成部3に与える取出期間とが個別に設けられている。本実施形態は、点灯期間Taの受光出力Aaと消灯期間Tbの受光出力とを一括して画像生成部3に与えるように取出期間を設定する。つまり、点灯期間Taに対応する集積期間に集積した電荷と、消灯期間Tbに対応する集積期間に集積した電荷とをともに光検出素子10に設けた異なる電荷集積部1bにおいて保持しておき、1回の取出期間において両方の電荷をまとめて画像生成部3に与えるのである。

【0050】

本実施形態では、隣り合う2個1組の受光素子1を1画素として扱い、1画素となる2個の受光素子1における感光部1aの各一方をそれぞれ他方に対して高感度にするように、制御電極13に印加する制御電圧を調節する。つまり、1画素となる2個の感光部1a

の一方は発光源 2 の点灯期間 T_a において高感度にし、他方は発光源 2 の消灯期間 T_b において高感度にする。また、高感度にしていないほうの感光部 1 a は低感度にする。

【0051】

本実施形態の動作を具体的に説明する。図 13 に示すように、1 画素となる 2 個の受光素子 1 がそれぞれ 3 個の制御電極 13 を備えるものとして動作を説明する。ただし、1 個の受光素子 1 に対する制御電極 13 の個数は 3 個に限られるものではない。

【0052】

以下では、1 画素を構成する 2 個の受光素子 1 の各制御電極 13 を区別するために、図 13 のように、各制御電極 13 に (1) ~ (6) の数字を付与して区別する。すなわち、組になる 2 個の受光素子 1 のうちの一方は制御電極 (1) ~ (3) を備え、他方は制御電極 (4) ~ (6) を備える。なお、1 画素ずつの受光素子 1 に対応付けて、それぞれオーバフロートラインを設けるのが望ましい。

【0053】

実施形態 1 において説明したように、感光部 1 a の感度を制御するには受光面に占めるポテンシャル井戸 14 の面積が変化するように制御電極 13 に印加する制御電圧の印加パターンを制御するから、1 画素を構成する 2 個の受光素子 1 の制御電極 13 に印加する制御電圧の印加パターンを、発光源 2 の点灯期間 T_a と消灯期間 T_b とに同期させて変化させれば、2 個の受光素子 1 のうちの一方の電荷集積部 1 b には点灯期間 T_a における電荷が集積され、他方の電荷集積部 1 b には消灯期間 T_b における電荷が集積される。

【0054】

つまり、発光源 2 の点灯期間 T_a には、図 13 (a) のように、制御電極 (1) ~ (3) に対応するポテンシャル井戸 14 の面積を大きくするために、1 画素の一方の受光素子 1 に対応した 3 個の制御電極 (1) ~ (3) のすべてに同電圧である正の制御電圧 (+V) を印加し、この期間には他方の受光素子 1 に対応した 3 個の制御電極 (4) ~ (6) のうちの中央の制御電極 (5) にのみ正の制御電圧 (+V) を印加してポテンシャル井戸 14 の面積を小さくする。つまり、制御電極 (1) ~ (3) に対応する領域は感光部 1 a を高感度に設定した状態になり、制御電極 (4) ~ (6) に対応する領域は感光部 1 a を低感度に設定した状態になる。したがって、制御電極 (4) ~ (6) に対応する領域では、受光による新たな電荷 (電子 e) の生成量が制御電極 (1) ~ (3) に対応する領域に比べて大幅に少なくなり、制御電極 (1) ~ (3) に対応する領域のポテンシャル井戸 14 には受光出力 A_a に相当する電荷が集積される。

【0055】

一方、発光源 2 の消灯期間 T_b には、図 13 (b) のように、制御電極 (4) ~ (6) に対応するポテンシャル井戸 14 の面積を大きくするために、1 画素の一方の受光素子 1 に対応した 3 個の制御電極 (4) ~ (6) のすべてに同電圧である正の制御電圧 (+V) を印加し、この期間には他方の受光素子 1 に対応した 3 個の制御電極 (1) ~ (3) のうちの中央の制御電極 (2) にのみ正の制御電圧 (+V) を印加してポテンシャル井戸 14 の面積を小さくする。つまり、制御電極 (4) ~ (6) に対応する領域は感光部 1 a を高感度に設定した状態になり、制御電極 (1) ~ (3) に対応する領域は感光部 1 a を低感度に設定した状態になる。したがって、制御電極 (1) ~ (3) に対応する領域では、受光による新たな電荷 (電子 e) の生成量が制御電極 (4) ~ (6) に対応する領域に比べて大幅に少なくなり、制御電極 (4) ~ (6) に対応する領域のポテンシャル井戸 14 には受光出力 A_b に相当する電荷が集積される。

【0056】

図 13 (a) の状態では点灯期間 T_a に対応する電荷を集積することができ、図 13 (b) の状態では消灯期間 T_b に対応する電荷を集積することができるから、図 13 (a) の状態と図 13 (b) の状態とが 1 回ずつ得られるように制御電圧の印加パターンを制御すれば、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b との受光出力 A_a 、 A_b を得ることができる。しかしながら、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b との長さによっては、1 回ずつでは受光素子 1 に入射する光量が少なく受光素子 1 の内部で発生するショットノイズにより受光出力 A_a 、

A b の S / N が悪化する場合がある。この場合には、図 1 3 (a) と図 1 3 (b) との両状態を複数回ずつ繰り返すことにより電荷集積部 1 b に複数回分の電荷を集積した後に、電荷取出部 1 c によって受光出力 A a , A b を取り出せばよい。

【 0 0 5 7 】

電荷取出部 1 c は、1 画素となる 2 個の受光素子 1 の電荷集積部 1 b に、それぞれ発光源 2 の点灯期間 T a における電荷と消灯期間 T b における電荷とが集積された後に、取出期間を設けて 2 種類の受光出力 A a , A b を一括して画像生成部 3 に与える。つまり、実施形態 1 では、点灯期間 T a の電荷を集積する集積期間、この電荷を取り出す取出期間、消灯期間 T b の電荷を集積する集積期間、この電荷を取り出す取出期間の 4 期間で 2 種類の受光出力 A a , A b を得ていたのに対して、本実施形態では、点灯期間 T a の電荷を集積する集積期間、消灯期間 T b の電荷を集積する集積期間、両方の電荷を取り出す取出期間の 3 期間で 2 種類の受光出力 A a , A b を得ることができる。

【 0 0 5 8 】

ところで、本実施形態では、図 1 3 (a) の状態と図 1 3 (b) の状態とのいずれにおいても各 3 個の制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) に同時に印加する制御電圧 (+ V) と、1 個の制御電極 (2) または (5) のみに印加する制御電圧 (+ V) とは等しくなるように設定してある。したがって、ポテンシャル井戸 1 4 の面積が変化してもポテンシャル井戸 1 4 の深さはほぼ一定に保たれる。つまり、ポテンシャル井戸 1 4 の間の障壁付近で生成されポテンシャル井戸 1 4 に流れ込む電荷は、隣り合うポテンシャル井戸 1 4 にほぼ均等に振り分けられることになる。

【 0 0 5 9 】

以下では、ポテンシャル井戸 1 4 に不要な電荷が混入しても画像生成部 3 で振幅画像 f 1 を生成する際に不要な電荷の影響を除去できる理由を説明する。ここで、説明を簡単にするために、ポテンシャル井戸 1 4 に集積される電荷の量がポテンシャル井戸 1 4 の面積に比例するものとする。本実施形態では、感光部 1 a を高感度に行っている状態と低感度に行っている状態とでは、ポテンシャル井戸 1 4 の面積にはほぼ 3 倍の違いがあるから、集積される電荷の量は 3 倍異なるものとする。

【 0 0 6 0 】

いま、1 個の制御電極 1 3 に対応するポテンシャル井戸 1 4 を形成したときに (図 1 3 (a) の状態で制御電極 (5) に対応したポテンシャル井戸 1 4 に相当する) 、このポテンシャル井戸 1 4 に、発光源 2 からの光により集積される電荷の量を S とし、環境光により集積される電荷の量を N とする。図 1 3 (a) の状態で制御電極 (5) に対応するポテンシャル井戸 1 4 に集積される電荷の量は (S + N) であるから、制御電極 (1) ~ (3) に対応するポテンシャル井戸 1 4 に集積される電荷の量は (3 S + 3 N) になる。一方、図 1 3 (b) の状態は消灯期間 T b であるから、発光源 2 からの光により集積される電荷はなく、制御電極 (2) に対応するポテンシャル井戸 1 4 に集積される電荷の量は N であるから、制御電極 (4) ~ (6) に対応するポテンシャル井戸 1 4 に集積される電荷の量は 3 N になる。

【 0 0 6 1 】

画像生成部 3 において振幅画像を生成する際には、図 1 3 (a) の状態で制御電極 (1) ~ (3) に対応するポテンシャル井戸 1 4 に集積された電荷と、図 1 3 (b) の状態で制御電極 (4) ~ (6) に対応するポテンシャル井戸 1 4 に集積された電荷とに対応する受光出力 A a , A b を減算する。ただし、図 1 3 (a) の状態において制御電極 (5) に対応するポテンシャル井戸 1 4 には不要な電荷が集積されており、その量は (S + N) であるから、消灯期間 T b の受光出力 A b に相当する電荷の量は (S + N) と 3 N とを加算した量である (S + 4 N) になる。一方、図 1 3 (b) の状態において制御電極 (2) に対応するポテンシャル井戸 1 4 には不要な電荷が集積されており、その量は N であるから、点灯期間 T a の受光出力 A a に相当する電荷の量は (3 S + 3 N) と N とを加算した量である (3 S + 4 N) になる。つまり、点灯期間 T a に対応する受光出力 A a は (3 S + 4 N) に対応し、消灯期間 T b に対応する受光出力 A b は (S + 4 N) に対応するから、画像

生成部 3 において振幅画像 f 1 を生成する際には、 $(A_a - A_b) \propto \{(3S + 4N) - (S + 4N)\} = 2S$ に相当する演算を行うことになり、不要な電荷と環境光とに対応した成分が除去される。

【0062】

(実施形態 3)

実施形態 2 では、1 画素を形成する 2 個の受光素子 1 について、3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) に同時に印加する制御電圧 (+V) と、1 個の制御電極 (2) または (5) のみに印加する制御電圧 (+V) とが等しくなるように設定していたから、ポテンシャル井戸 14 の面積には変化が生じるものの、深さはほぼ等しくなっている。

【0063】

本実施形態は、実施形態 2 と同様に 2 個の受光素子 1 により 1 画素を形成しているが、実施形態 2 ではポテンシャル井戸 14 の深さを変化させなかったのに対して本実施形態では、図 14 に示すように、ポテンシャル井戸 14 の面積とともに深さを変化させる技術を採用している。すなわち、3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) に同時に印加する制御電圧 (+V) を、1 個の制御電極 (2) または (5) にのみ印加する制御電圧よりも高く設定し、面積の大きいポテンシャル井戸 14 の深さよりも面積の小さいポテンシャル井戸 14 の深さのほうを浅くしている。例えば、面積の大きいポテンシャル井戸 14 を形成する際に 3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) に同時に印加する電圧を 7 V とすれば、面積の小さいポテンシャル井戸 14 を形成する際に 1 個の制御電極 (2) または (5) にのみ印加する電圧を 3 V などと設定するのである。

【0064】

ところで、制御電圧を印加していない制御電極 (1) (3) または (4) (6) に対応する部位で生じた電荷は、ポテンシャル井戸 14 に流れ込もうとする。このとき、ポテンシャル井戸 14 が深いほうが電荷の流れ込む確率が高くなると考えられる。すなわち、上述のように、感光部 1 a を高感度に設定して電荷を集積する際のポテンシャル井戸 14 を、感光部 1 a を低感度に設定して電荷を保持するポテンシャル井戸 14 よりも深くしたことより、高感度に設定して電荷を集積しているポテンシャル井戸 14 (3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) に対応するポテンシャル井戸 14) に電荷がより多く流れ込むことになる。その結果、低感度に設定して電荷を保持しているポテンシャル井戸 14 (1 個のみの制御電極 (2) または (5) に対応するポテンシャル井戸 14) によって保持されている電荷に、制御電極 (1) (3) または (4) (6) に対応する部位で生成された不要な電荷が混入される確率が低減される。要するに、電荷を保持するポテンシャル井戸 14 に流れ込む不要な電荷を実施形態 2 よりもさらに低減させることができる。他の構成および動作は実施形態 2 と同様であり、図 14 (a) (b) の状態を交互に繰り返すことにより点灯期間 T a と消灯期間 T b とに対応する電荷を 2 個の受光素子 1 にそれぞれ集積し、2 個の受光素子 1 に集積した電荷を 1 回の取出期間において一括して受光出力 A a, A b として取り出すのである。

【0065】

(実施形態 4)

本実施形態は、図 15 に示すように、実施形態 3 の構成に加えて、各受光素子 1 に対応する 3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) のうちの中央の制御電極 (2) または (5) に印加する制御電圧を両側の制御電極 (1) (3) または (4) (6) に印加する制御電圧よりも高くし、かつ中央の制御電極 (2) または (5) に遮光膜 15 を重ねたものである。

【0066】

本実施形態では、受光素子 1 の一部を遮光膜 15 で覆っているから、遮光膜 15 で覆った部位ではポテンシャル井戸 14 に光が入射せず、光による電荷がほとんど生成されないから、電荷を保持するためにポテンシャル井戸 14 の面積を小さくしている状態では電荷がほとんど生成されず、保持している電荷に雑音成分となる電荷が混入する可能性を大幅

に低減することができる。さらに、本実施形態では、電荷を生成するために面積を大きくしているポテンシャル井戸 14 に対応する部位では、3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) のうち中央の制御電極 (2) または (5) に印加する電圧を両側の制御電極 (1) (3) または (4) (6) に印加する電圧よりも高くしているから、制御電極 (2) または (5) に対応する部位では光による電荷がほとんど生成されないものの、受光素子 1 のうち制御電極 (1) (3) (4) (6) に対応する部位で生成された電荷を制御電極 (2) (5) に対応する部位に流し込むことができ、生成された電荷を集積することができる。

【0067】

ところで、実施形態 3 の構成では、電荷を生成する期間において 3 個ずつの制御電極 (1) ~ (3) または (4) ~ (6) に対応するポテンシャル井戸 14 の深さがほぼ一定であるから、電荷を生成する期間と電荷を保持する期間とを数 $n s$ 以下の短時間で切り換えた場合に、電荷を生成する期間において制御電極 (1) (3) または (4) (6) に対応する部位で生成された電荷の一部が、電荷を保持する期間において制御電極 (2) または (5) に対応する部位に移動することなく取り残されるおそれがある。取り残された電荷は、隣りの受光素子 1 に対応して形成されるポテンシャル井戸 14 に流れ込むから、隣接する受光素子 1 のポテンシャル井戸 14 の間で電荷が混合される可能性がある。つまり、電荷に含まれる雑音成分が多くなる可能性がある。

【0068】

これに対して、本実施形態では、電荷を生成する際にポテンシャル井戸 14 に深い部位と浅い部位とを形成して階段状としているから、制御電極 (1) (3) または (4) (6) に対応する部位で生成された電荷は生成と同時に制御電極 (2) または (5) に対応する部位に移動する。すなわち、電荷を生成する期間と電荷を保持する期間とを数 $n s$ 以下の短時間で切り換えた場合であっても、隣接する受光素子 1 に形成されるポテンシャル井戸 14 の間で電荷が混合される可能性が少なくなり、雑音成分の低減につながる。なお、ポテンシャル井戸 14 を階段状に形成する技術は遮光膜 15 の有無にかかわらず採用可能である。他の構成および動作は実施形態 3 と同様であり、本実施形態においても実施形態 3 と同様に、図 15 (a) (b) の状態を交互に繰り返すことにより、点灯期間 T_a と消灯期間 T_b とに対応する電荷を集積し、さらに両電荷を一括して取り出す取出期間を設けるように制御電極 13 に印加する制御電圧の印加パターンを制御する。

【0069】

実施形態 2 ないし実施形態 4 では、光電素子 1 ごとに 3 個ずつの制御電極 13 を対応付けているが、制御電極 13 は光電素子 1 ごとに 4 個以上設けるようにしてもよい。さらに、1 画素を形成する制御電極 13 について制御電圧を印加する制御電極 13 の個数を 1 個と 3 個との 2 段階に切り換えるようにしているが、3 段階以上に切り換えることも可能である。

【0070】

(実施形態 5)

上述した各実施形態においては、特徴量抽出部 4 における画像加工手段が画像生成部 3 にて生成された振幅画像 f_1 から振幅微分画像を生成しているが、本実施形態では画像加工手段が振幅画像 f_1 の振幅値から求められる各画素の微分方向値である振幅勾配方向値を画素値とする振幅勾配方向画像 f_3 (図 16 参照) を生成し、振幅勾配方向画像 f_3 から特徴量を抽出する点が相違する。なお、本実施形態の画像処理装置の基本構成は実施形態 1 と同様なので図示を省略する。

【0071】

特徴量抽出部 4 の画像加工手段において、振幅勾配方向画像 f_3 の生成にあたっては、実施形態 1 と同様に、図 2 に示すようなマスクサイズが 3×3 画素のソーベルフィルタ h_x , h_y を振幅画像 f_1 の全ての画素に適用して局所空間微分を行い、振幅画像 f_1 の振幅値から求められる各画素の微分方向値である振幅勾配方向 (以下、振幅勾配方向値と称す) を画素値とする振幅勾配方向画像を生成するが、振幅勾配方向値 θ は、上述の (式 2

）と（式３）とを用いて下記の（式４）で表される。

$$\theta = \tan^{-1} \{ dx / dy \} \quad (\text{式 4})$$

ただし、図１６に示した振幅勾配方向画像 f 3 は、（式４）にて求めた振幅勾配方向値 θ が 0 度～359 度の範囲内で大きくなるにつれて濃度値が徐々に大きくなるスケール（振幅勾配方向値 θ が 0 度のときに濃度値が最小となり且つ振幅勾配方向値 θ が 359 度のときに濃度値が最大となるスケール）を用いて各振幅勾配方向値 θ から換算した濃度値を画素値とした画像である。

【 0 0 7 2 】

そして、実施形態 1 と同様、類似度演算部 5 において特徴量抽出部 4 により抽出された物体 O b の特徴量とテンプレート作成記憶部 T P に登録されているテンプレートとを照合して算出された類似度が対象物認識部 6 へ与えられ、対象物認識部 6 では、類似度演算部 5 で算出された類似度が上記所定値以上になる場合に、光検出素子 1 0 により撮像された物体 O b である人物の顔が認証対象者本人の顔であることを認証（顔認証）する。

【 0 0 7 3 】

ここにおいて、特徴量抽出部 4 において特徴量を抽出するにあたっては、例えば、振幅勾配方向値を図 1 7（a）に示すような 4 方向 E 1，E 2，E 3，E 4 で 4 値化して同図（b）に示すような振幅勾配方向画像（ここでは、4 値化画像）f 3 を作成する。そして、同図（b）に示すようなマスクサイズが 7×7 画素のフィルタ h 1 を全ての画素に適用して、フィルタ h 1 の中に含まれる 4 方向 E 1，E 2，E 3，E 4 それぞれの数をカウントし、方向 E 1 のカウント数と方向 E 3 のカウント数とがそれぞれ閾値（例えば、14）以上であった場合にその位置（7×7 画素の中心画素）を有効画素とし、閾値未満である場合にその位置を無効画素とする処理を繰り返す。そして、有効画素を白領域、無効画素を黒領域とする図 1 7（c）に示すようなマスク画像を作成し、図 1 7（c）のようなマスク画像を利用してマスク処理を行うことにより顔の中で目、鼻、口などの個人の特徴的な部位のみを抽出し、抽出した部位のみを用いて顔認証を行うようにすればよい。このようなマスク処理を行うことにより、顔の中で目、鼻、口などの個人の特徴的な部位のみを抽出することが可能となるので、顔全体の画像を用いて認証処理を行う場合に比べて、認証に要する時間の短縮および認証精度の向上を図れる。

【 0 0 7 4 】

しかして、本実施形態の画像処理装置では、光検出素子 1 0 のダイナミックレンジの範囲内であれば対象空間の環境光の変動に起因した各感光部 1 a の受光出力の変化の影響を受けることなく同じ画素値が得られることとなるから、つまり、画像生成部 3 にて生成される画像として、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく同じ振幅画像 f 1 が得られることとなるから、物体 O b の特徴量を安定して抽出することが可能となり、対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく対象物を認識することができる。要するに、本実施形態においても、環境光の影響を受けることなく認証対象者の顔の認証判断を行うことができる。ここにおいて、特徴量抽出部 4 において特徴量を抽出する入力画像として上述の振幅勾配方向画像 f 3 を用いているので、振幅画像を用いる場合に比べて、発光源 2 と対象空間内に存在する物体 O b との間の距離の変化による物体 O b での反射光の変化の影響を軽減でき、対象物を正しく認識することができる。さらに説明すれば、発光源 2 と物体 O b との距離が変化することによって、物体 O b からの反射光が変化するので、振幅画像において物体の画素値が全体的に変化する。したがって、振幅画像をそのまま入力画像として用いると、距離の変化の影響を受けてしまう。これに対して、振幅勾配方向画像を入力画像として用いる場合には、図 1 8 の（a）の上段の振幅画像 f 1 と（b）の上段の振幅画像 f 1 とのよう全体的な画素値の変化があっても、図 1 8（a）の振幅画像 f 1 の振幅勾配方向画像 f 3（図 1 8（a）の下段）と図 1 8（b）の振幅画像 f 1 の振幅勾配方向画像 f 3（図 1 8（b）の下段）との比較から分かるように、変化しにくい特徴があるので、振幅勾配方向画像 f 3 を用いることによって距離の変化による影響を軽減することができる（図 1 9 に示すように、3×3 画素をミクロ的に見た例で説明すれば、照明変動があっても画素値が変化しても、振幅勾配方向 B は変わりにくい）。

【0075】

例えば、上述の図10に示すように物体Obである人物の側方に対象空間を照明している照明装置Lが存在している（つまり、物体Obの側方から照射される環境光が存在している）ような状況においては、図20（b）の上側に示した濃淡画像f11の各画素の微分方向値（濃度勾配方向値）を上述のスケールを用いて換算した値を画素値とする図20（b）の下側に示した濃度勾配方向画像f13では顔の特徴量（顔の輪郭、目、鼻、口、頭、額など）のうち認識できない箇所が多くなってしまう。これに対して、図20（a）の上側に示した振幅画像f1の各画素の微分方向値（振幅勾配方向値）を上述のスケールを用いて換算した値を画素値とする図20（a）の下側に示した振幅勾配方向画像f3では顔の特徴量をより認識しやすくなっていることが分かる。要するに、濃淡画像f11を画像処理して得られる濃度勾配方向画像f13は環境光の影響を受けやすいのに対して、振幅画像f1を画像処理して得られる振幅勾配方向画像f3は環境光の影響を受けにくいので、対象物認識部6において安定して対象物を認識することができる。また、振幅勾配方向値 θ は画像の明るさの影響を受け難いので、上述の振幅勾配方向画像を用いてテンプレートマッチングを行うことで、テンプレート作成モードにおいて光検出素子10により対象空間を撮像してテンプレートを作成するときの対象空間の明るさと、通常動作モード時において光検出素子10により対象空間を撮像して対象物の認識を行うときの対象空間の明るさとが異なっているとしても、対象空間の明るさの変動の影響を受け難く、振幅画像そのものから特徴量を抽出する場合に比べて、特徴量をより正確に抽出することが可能となる。

【0076】

なお、上述の特徴量抽出部4において振幅勾配方向値 θ を求めるにあたっては注目画素p5（図3（a）参照）の8近傍の画素p1～p4、p6～p9の画素値a～d、f～iを用いて $dx(u,v)$ 、 $dy(u,v)$ を算出しているが、4近傍や16近傍の画素の画素値を用いて算出することも可能である。また、 $dx(u,v)$ および $dy(u,v)$ から振幅勾配方向値 θ を求める関数として逆正接関数（ \tan^{-1} ）を採用しているが、他の関数を用いることも可能である。このような関数としては、 $dx(u,v)$ と $dy(u,v)$ との比の非線形性を修正して振幅勾配方向値 θ に線形性が得られる関数が望ましい。

【図面の簡単な説明】

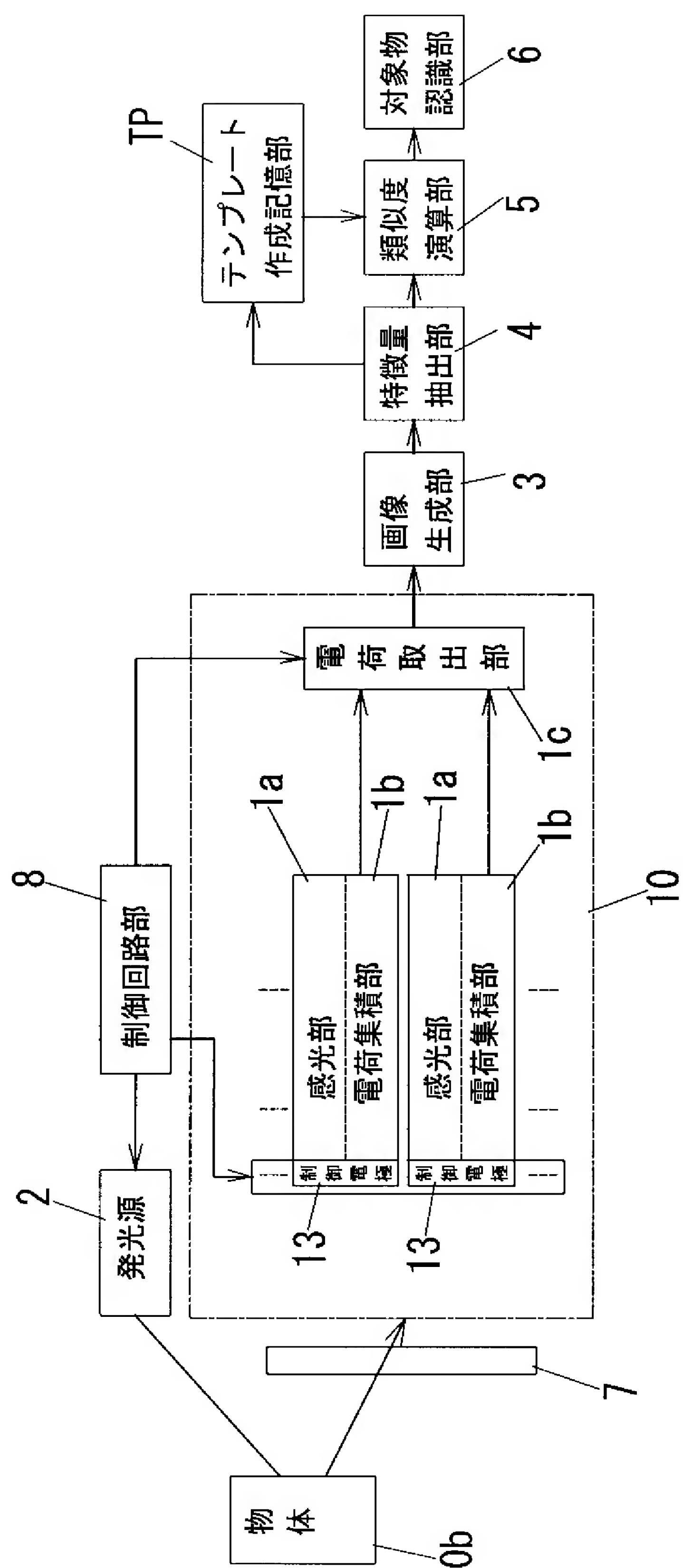
【0077】

- 【図1】実施形態1を示すブロック図である。
- 【図2】同上の動作説明図である。
- 【図3】同上の動作説明図である。
- 【図4】同上の動作説明図である。
- 【図5】同上に用いる受光素子の動作説明図である。
- 【図6】同上の動作説明図である。
- 【図7】同上の動作説明図である。
- 【図8】同上の他の動作説明図である。
- 【図9】同上の動作説明図である。
- 【図10】同上の動作説明図である。
- 【図11】（a）は同上の動作説明図、（b）は比較例の動作説明図である。
- 【図12】同上の動作説明図である。
- 【図13】実施形態2を示す動作説明図である。
- 【図14】実施形態3を示す動作説明図である。
- 【図15】実施形態4を示す動作説明図である。
- 【図16】実施形態5において生成される振幅勾配方向画像図である。
- 【図17】同上の動作説明図である。
- 【図18】同上の動作説明図である。
- 【図19】同上の動作説明図である。
- 【図20】（a）は同上の動作説明図、（b）は比較例の動作説明図である。

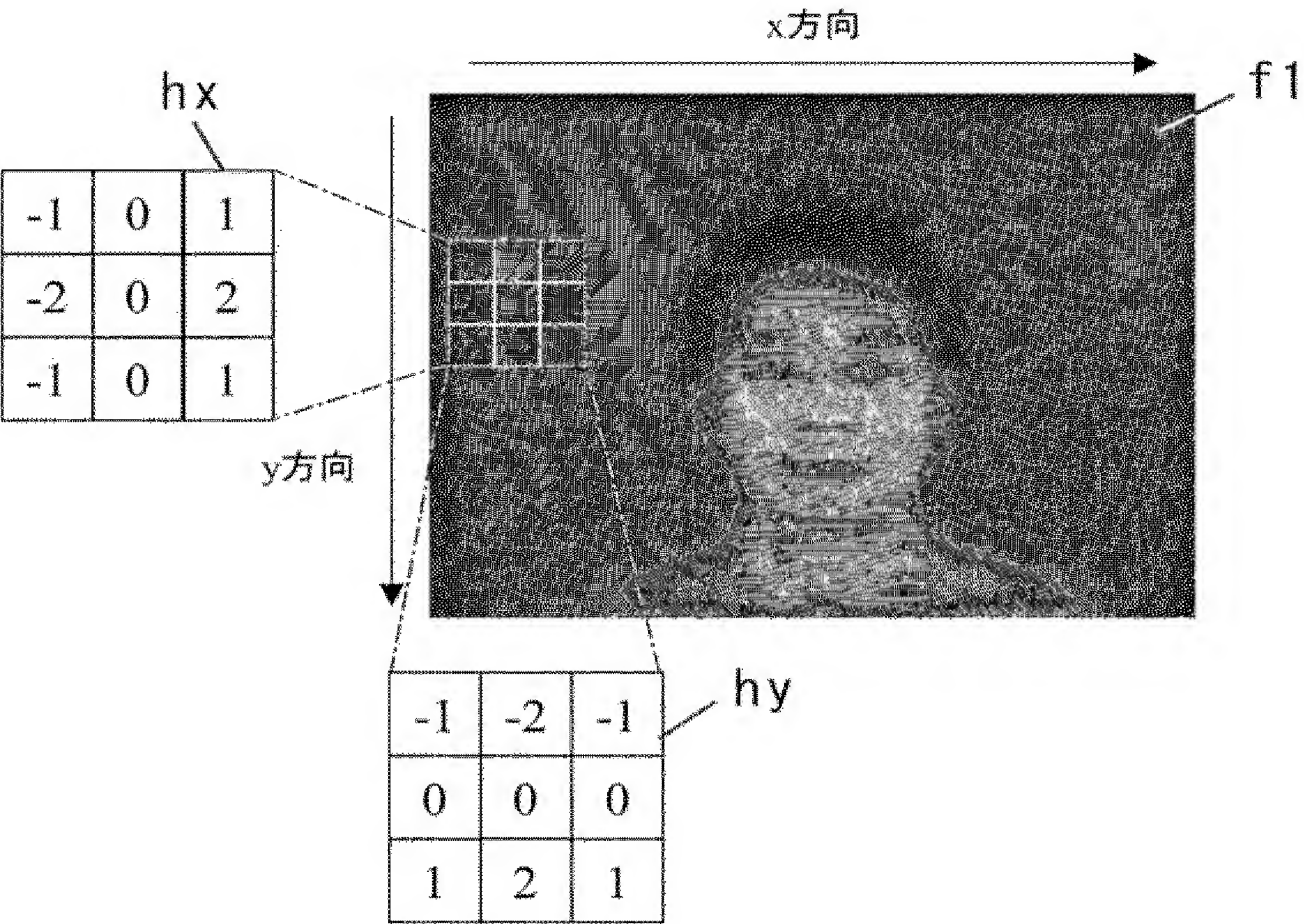
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

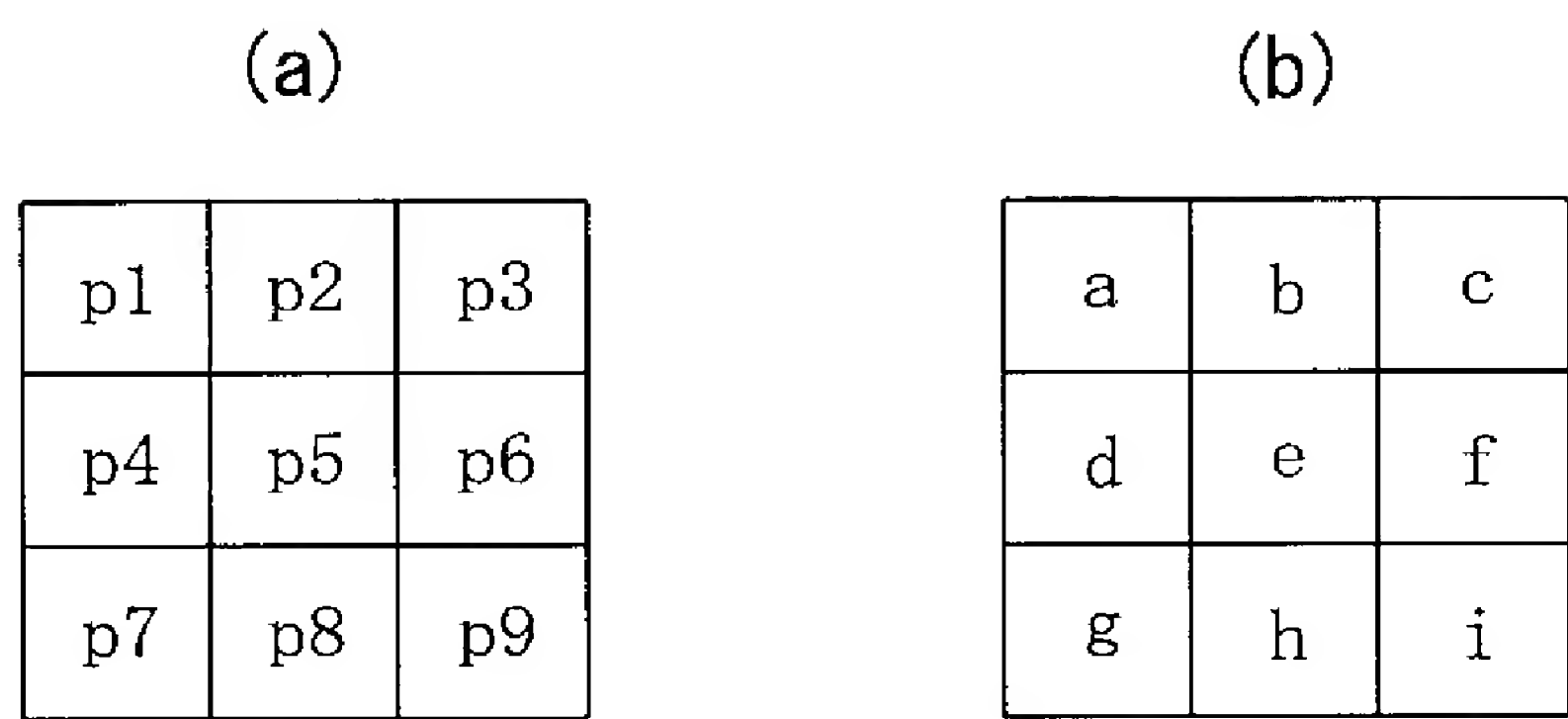
- 1 a 感光部
- 1 b 電荷集積部
- 1 c 電荷取出部
- 2 発光源
- 3 画像生成部
- 4 特徴量抽出部
- 5 テンプレート作成記憶部
- 6 類似度演算部
- 7 受光光学系
- 8 制御回路部
- 1 0 光検出素子
- 1 3 制御電極
- 0 b 物体



【图 2】



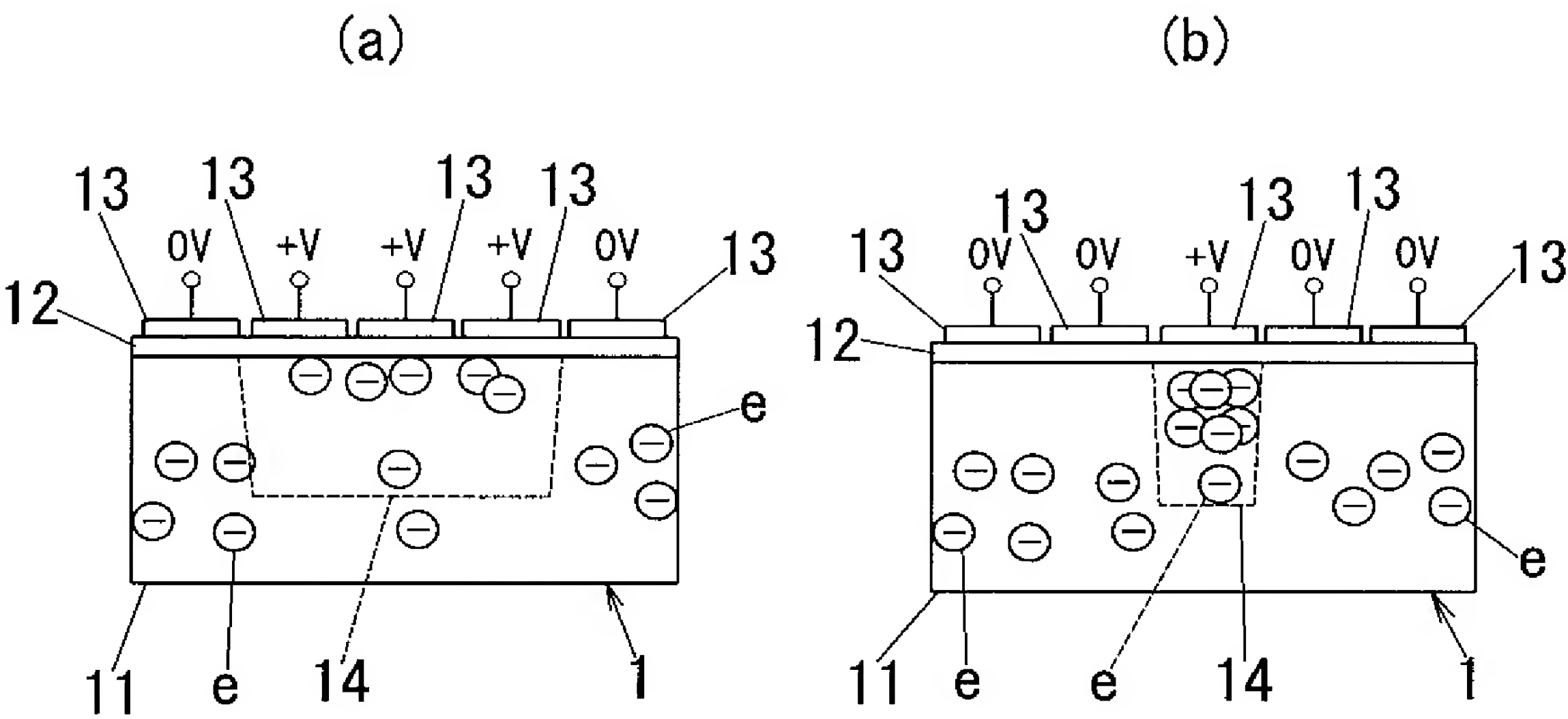
【图 3】

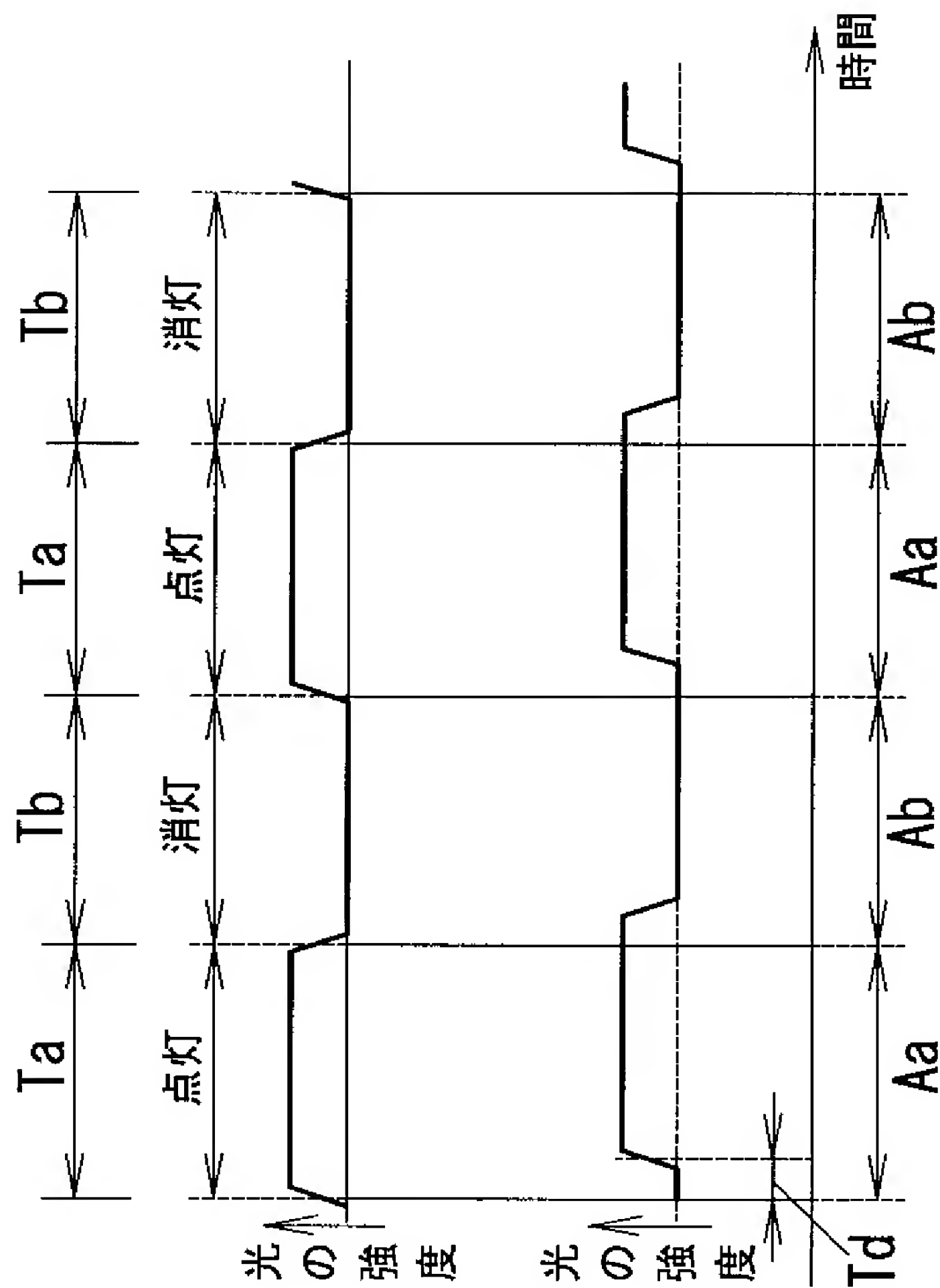


【 図 4 】



【 図 5 】

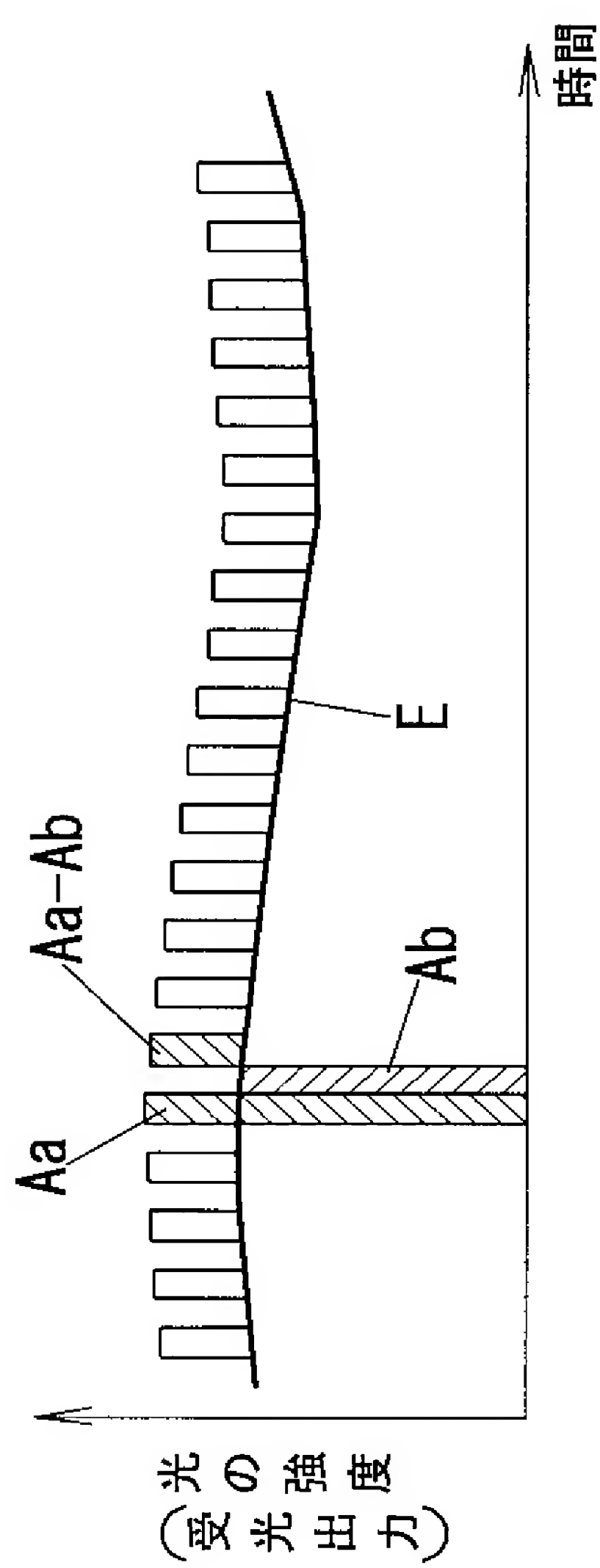


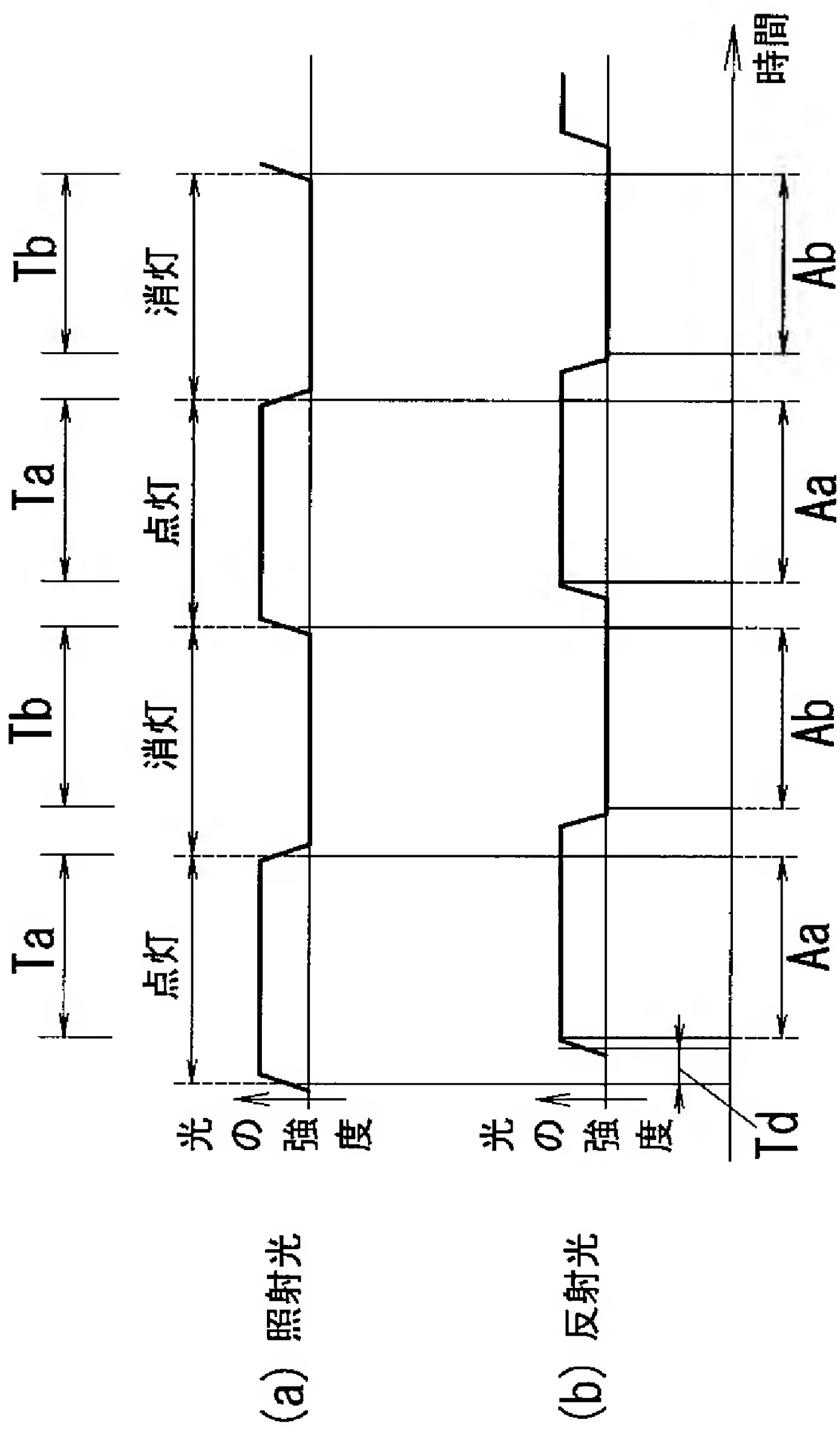


(a) 照射光

(b) 反射光

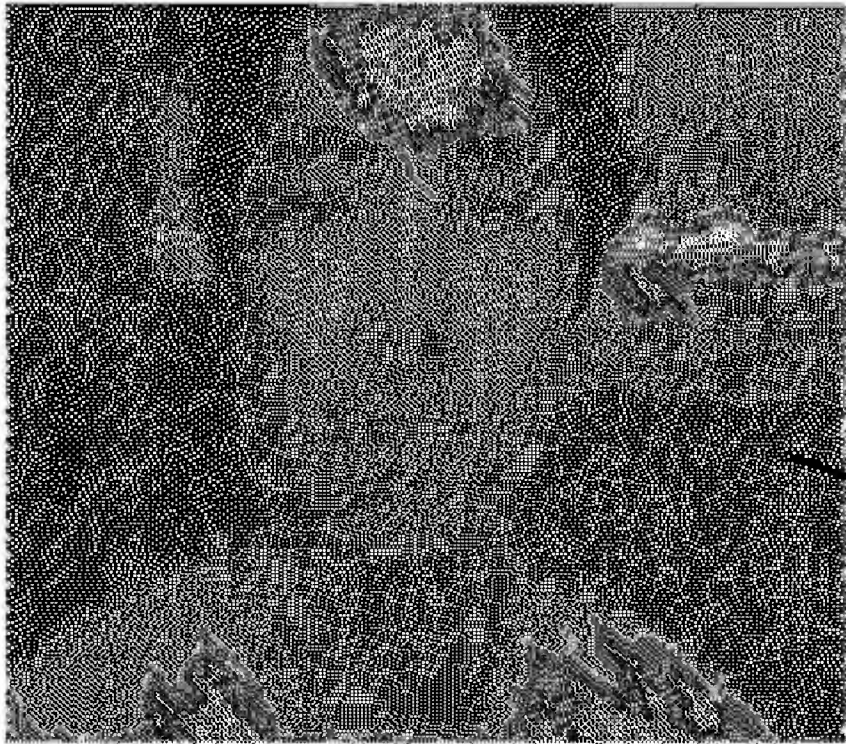
【 図 7 】



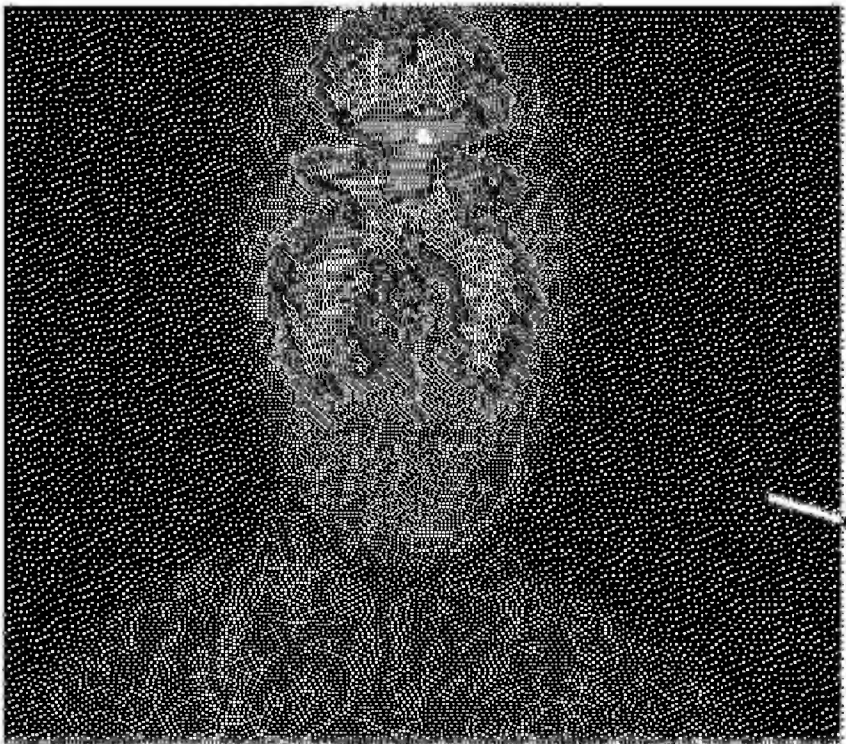


【图 9】

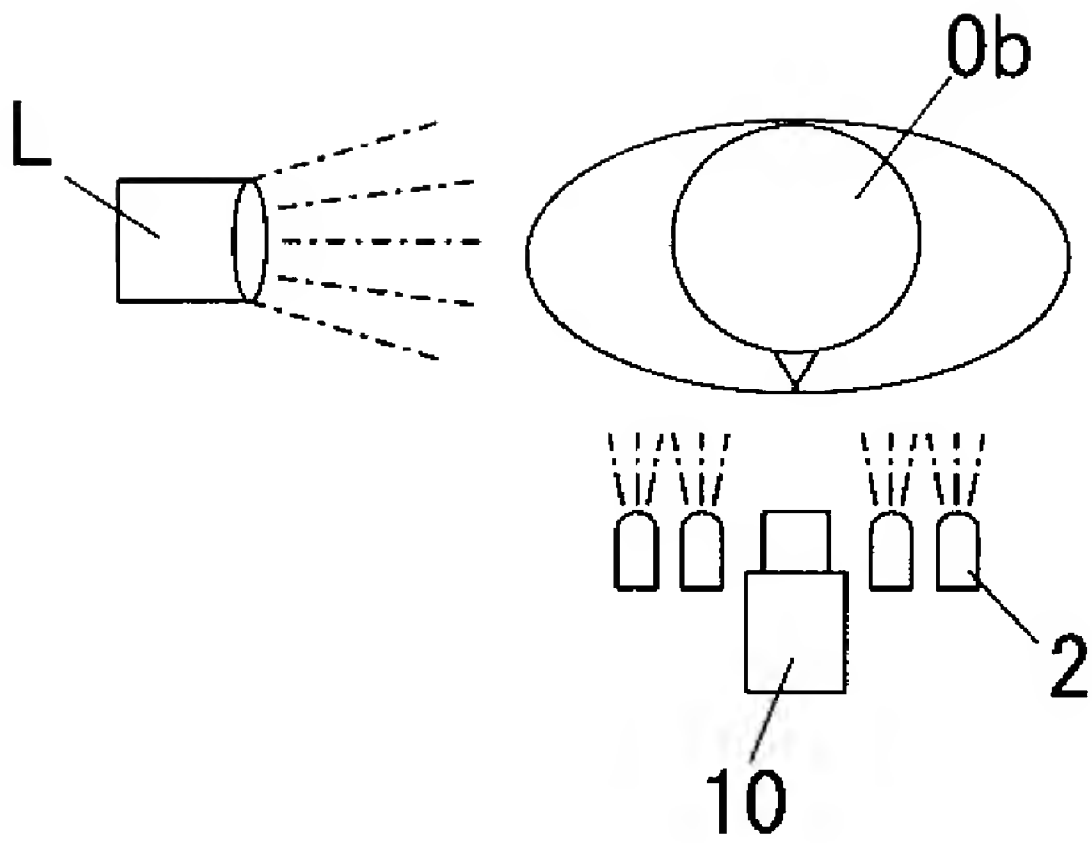
(a)



(b)

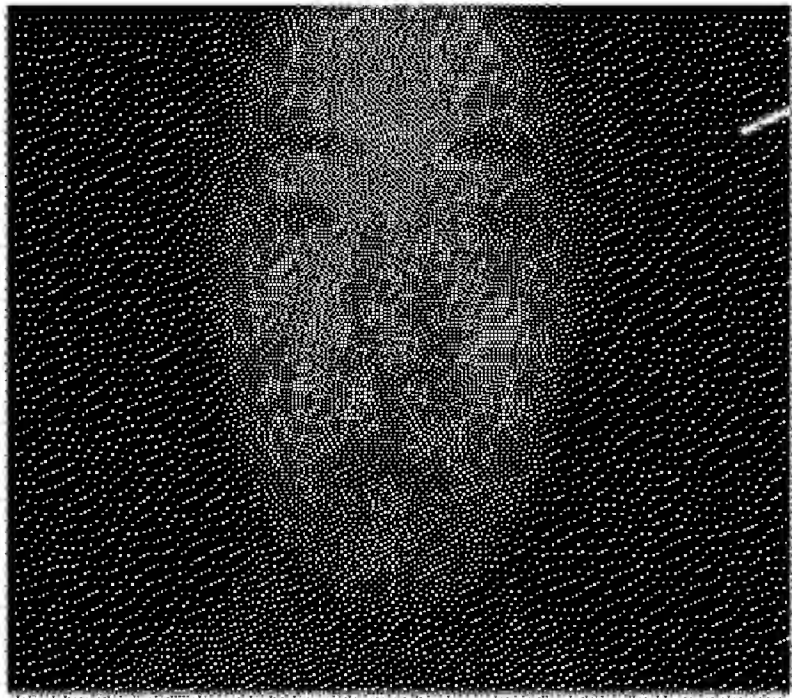


【图 10】



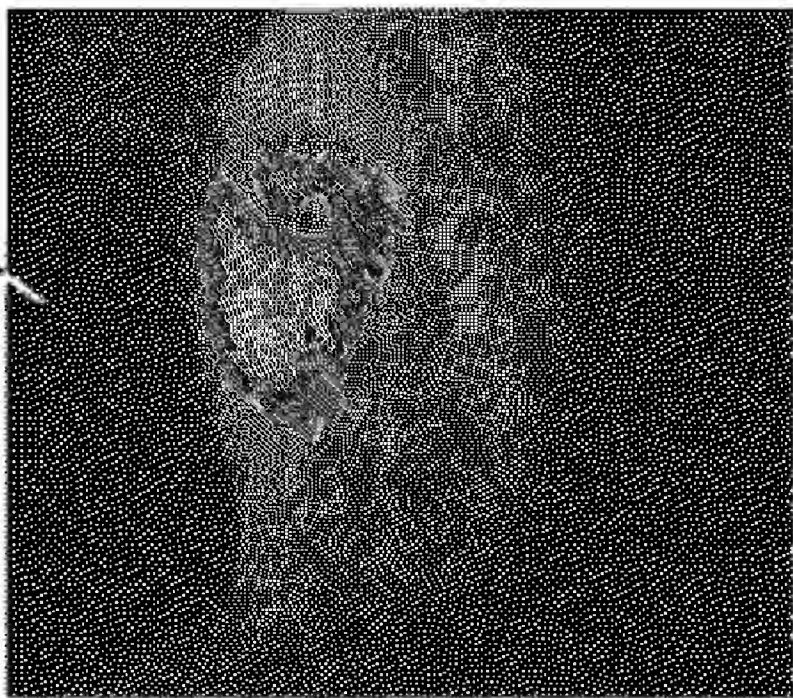
【 図 1 1 】

(a)

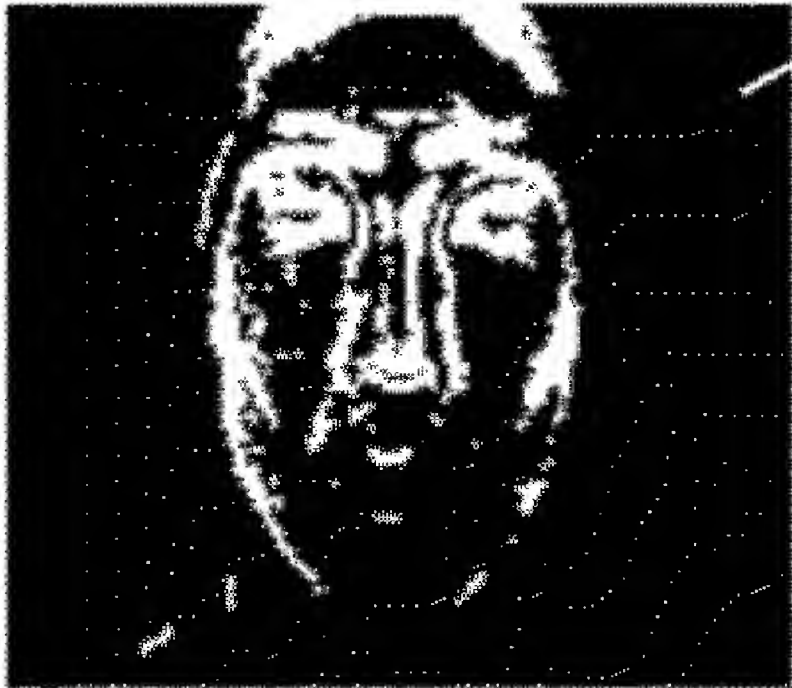


f1

(b)



f11

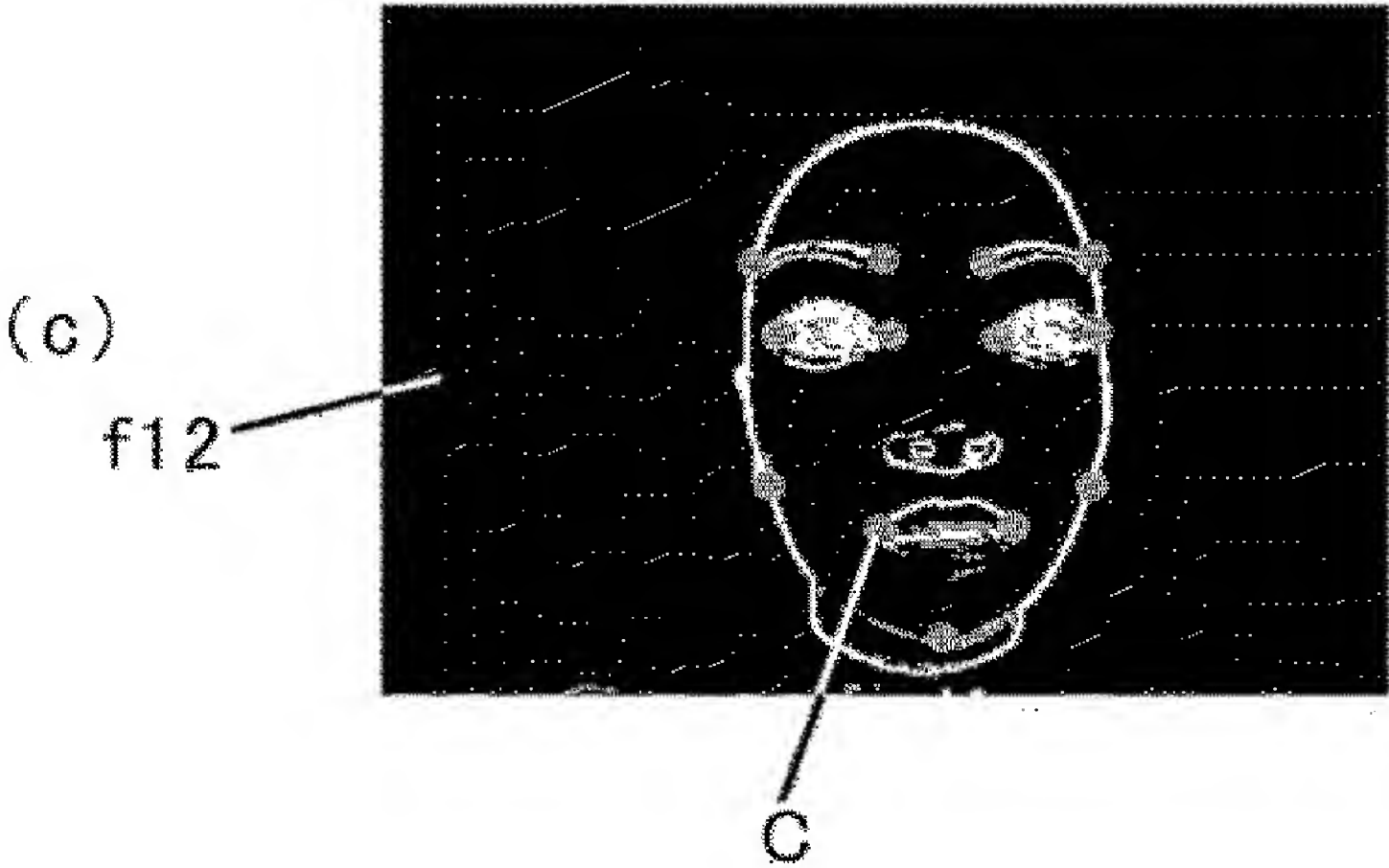
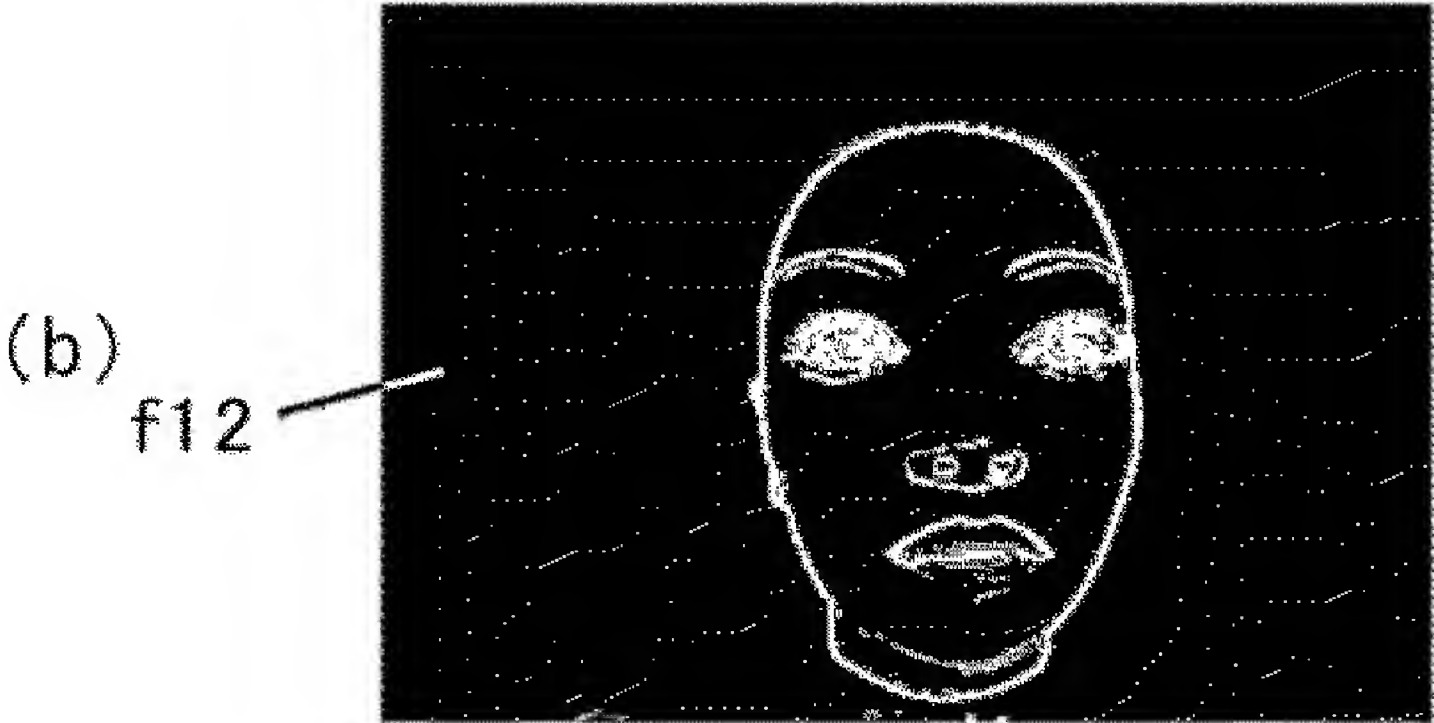


f2



f12

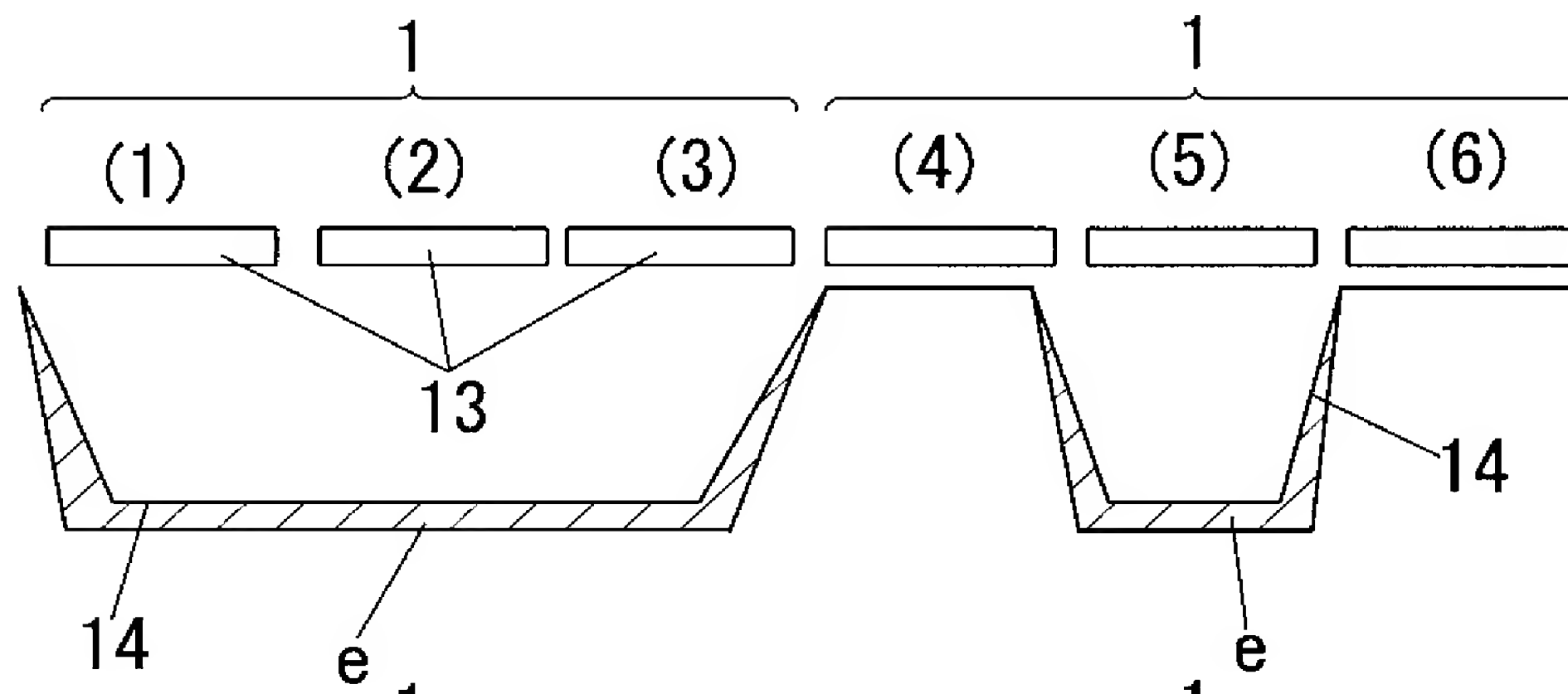
【图 1 2】



【図 1 3】

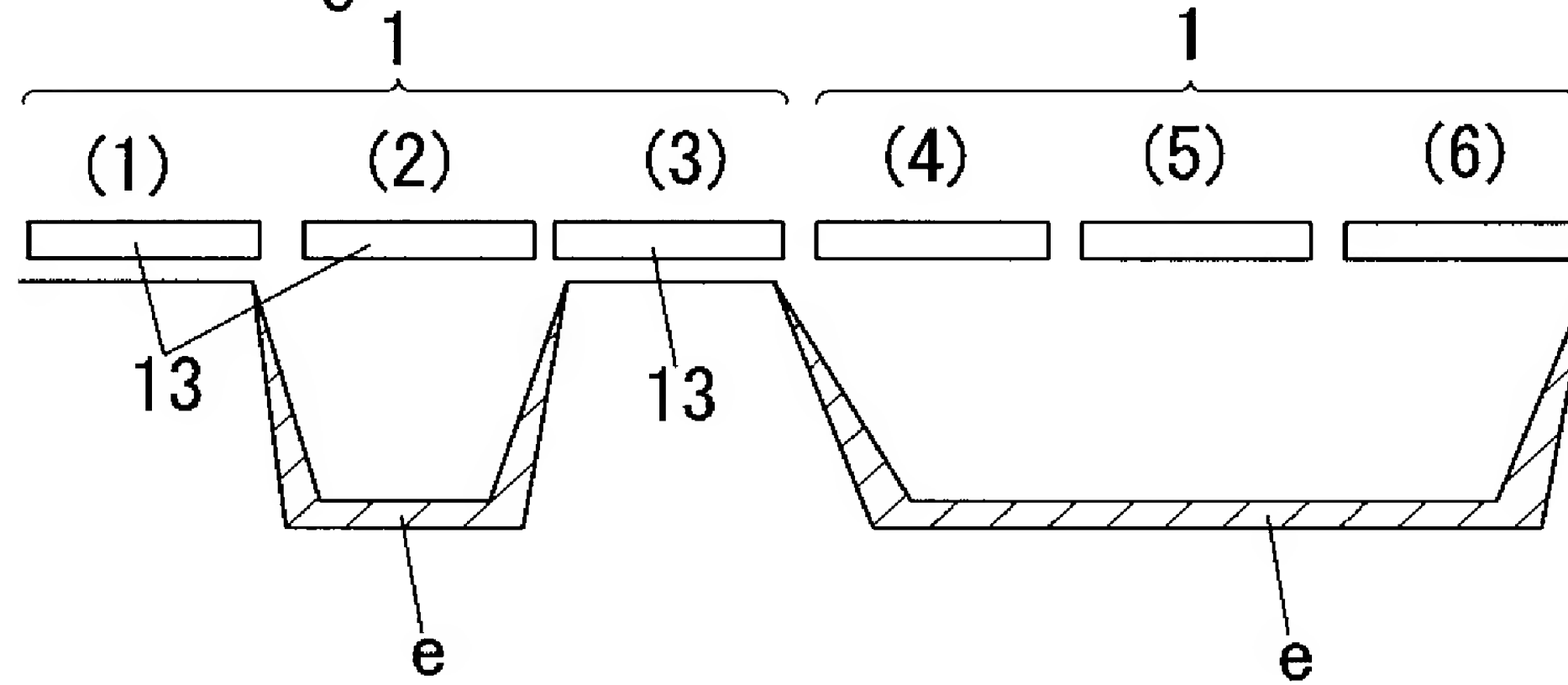
(a)

電子のポテンシャル ↑

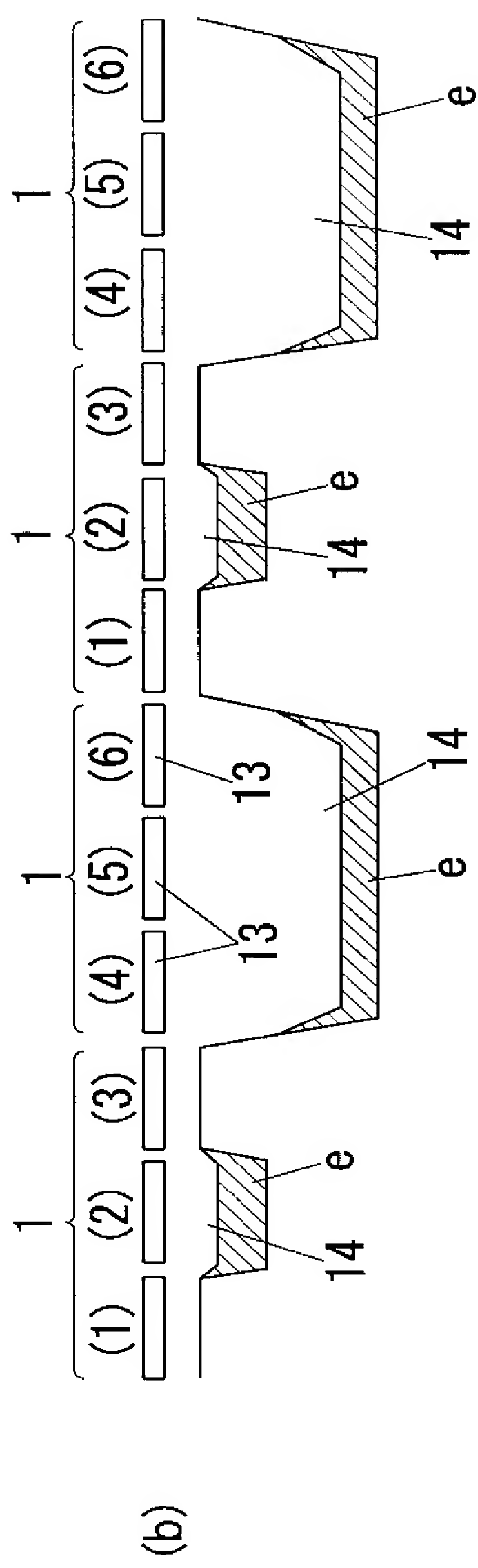
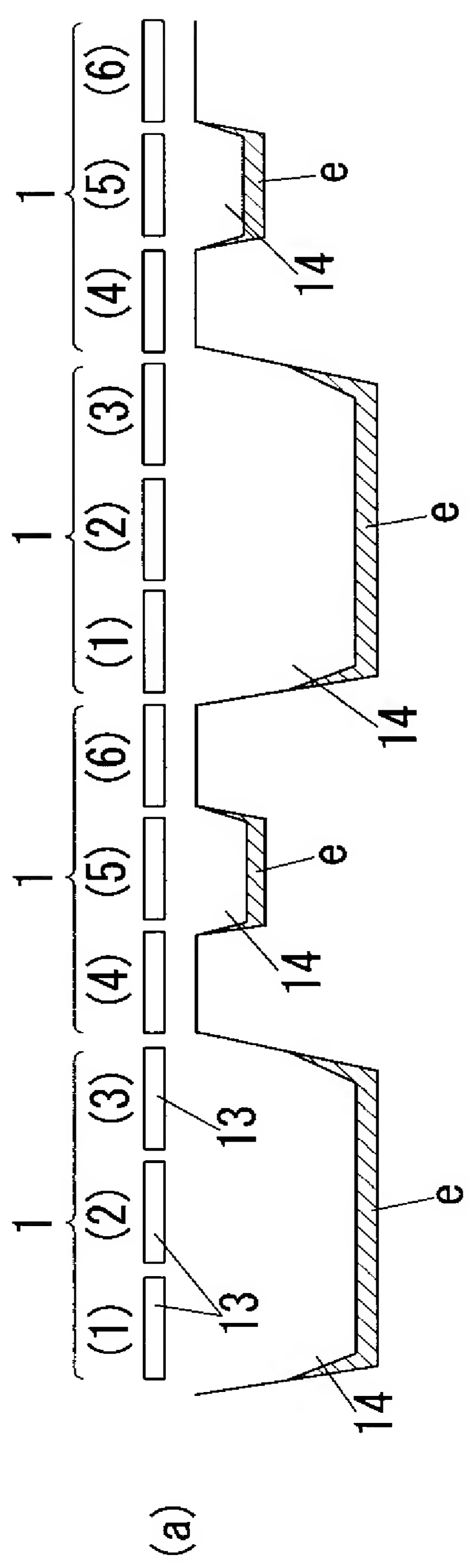


(b)

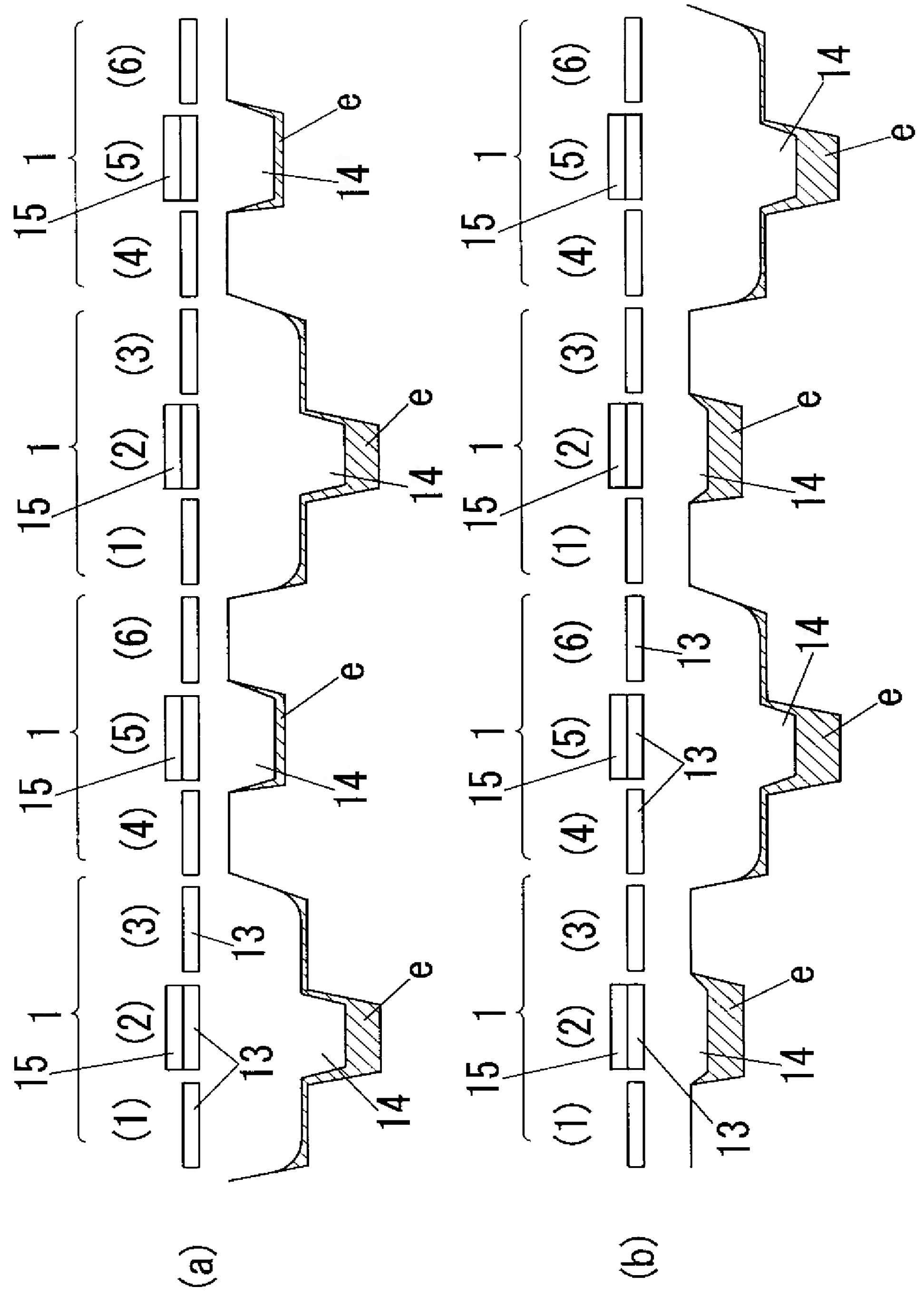
電子のポテンシャル ↑



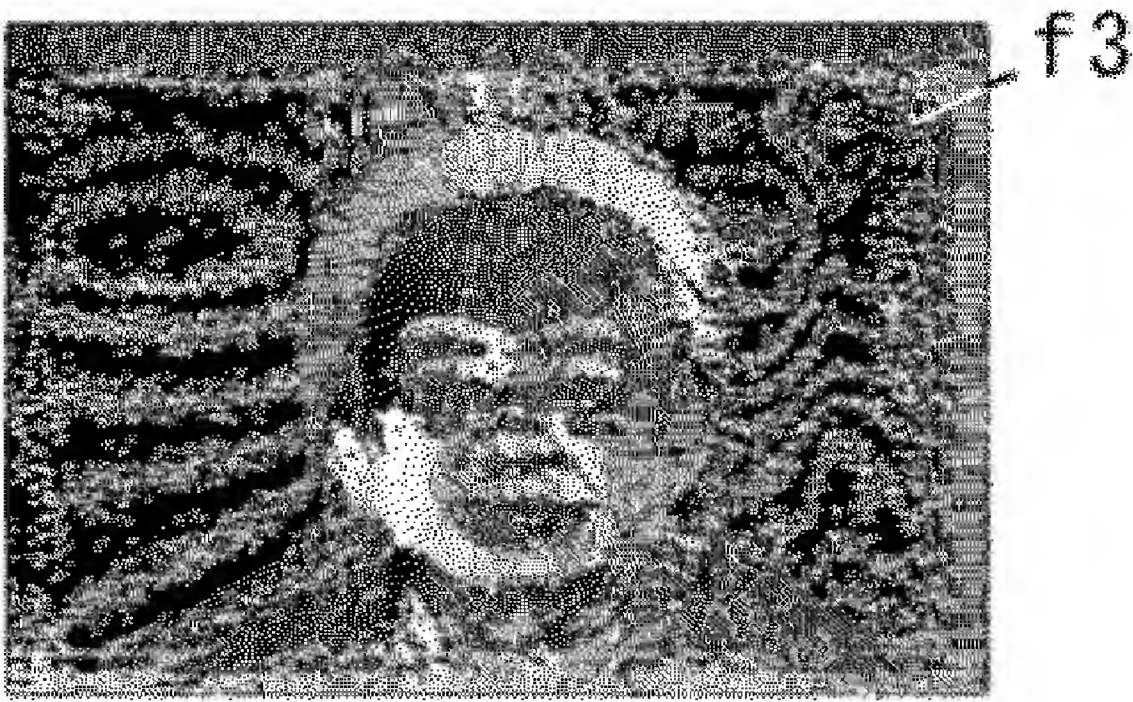
【图 1 4】



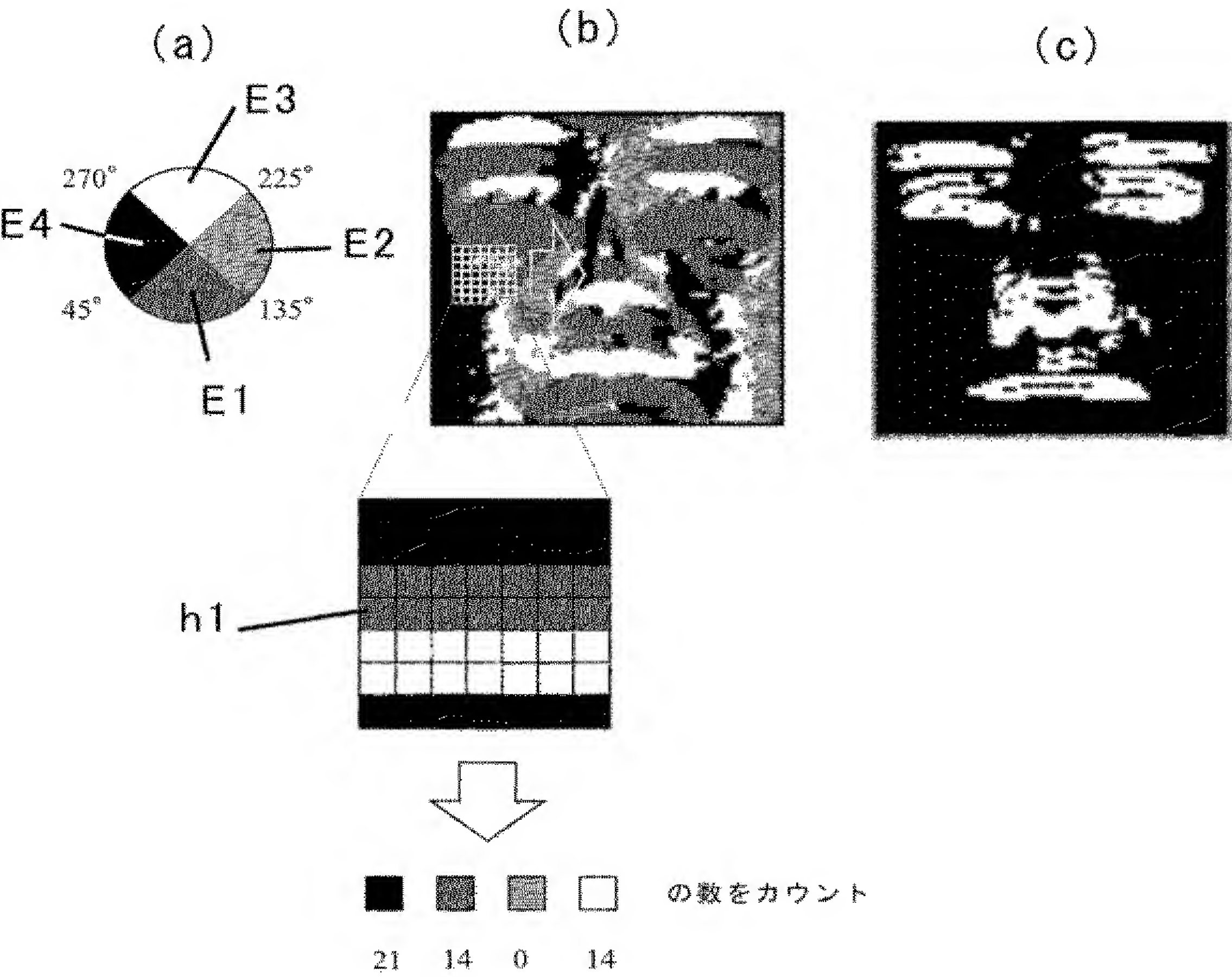
【图 15】



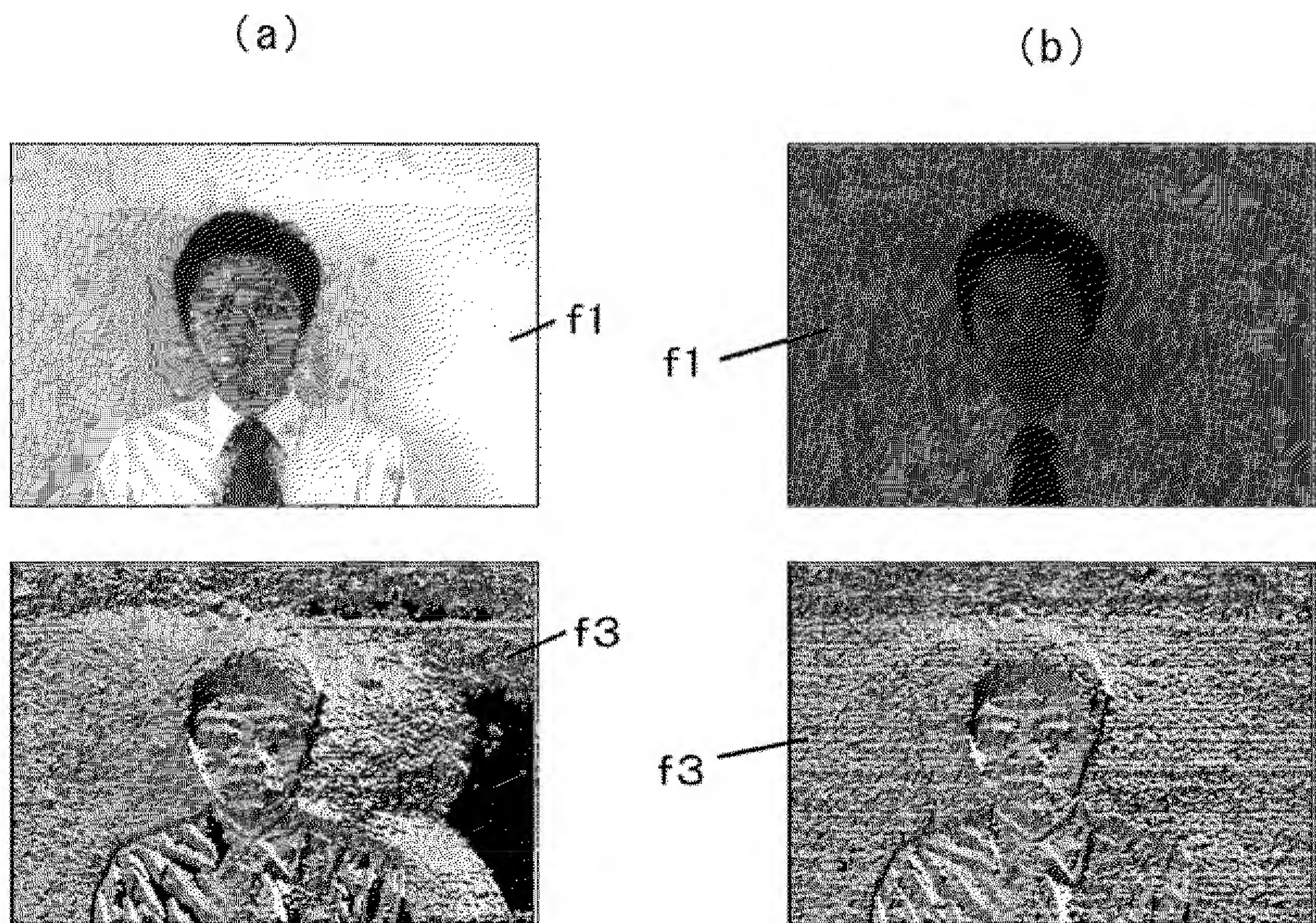
【図 1 6】



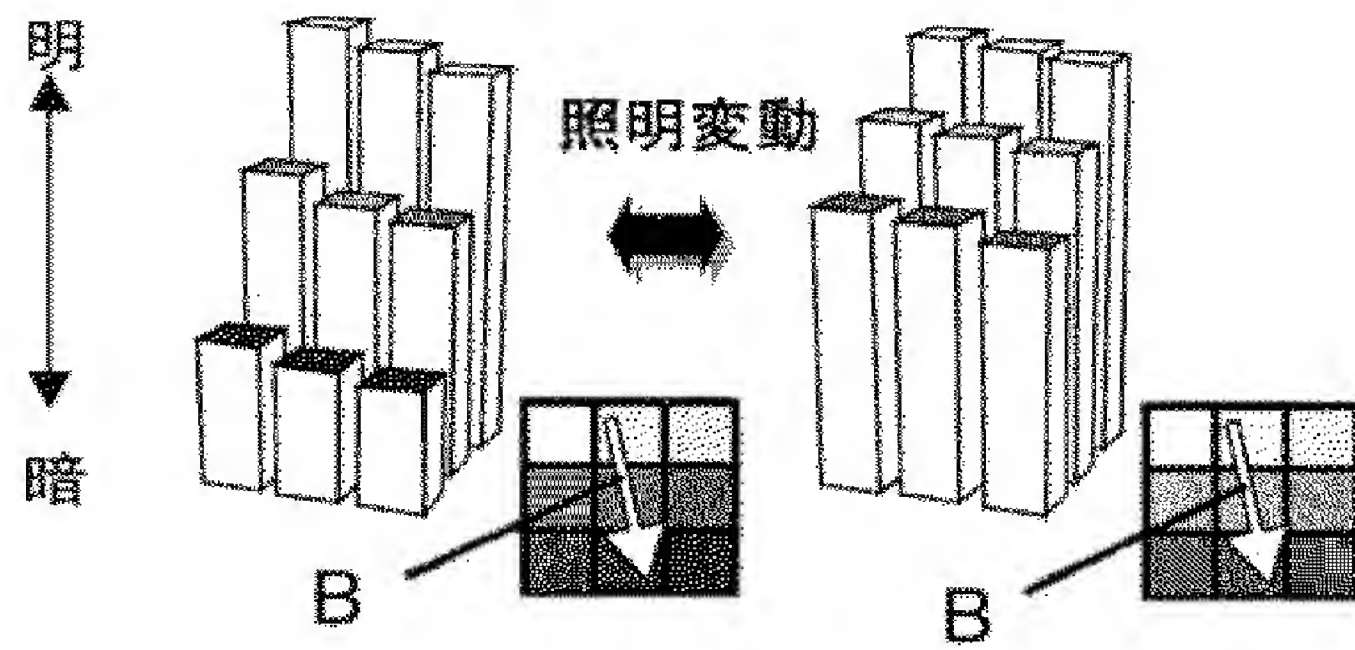
【図 1 7】



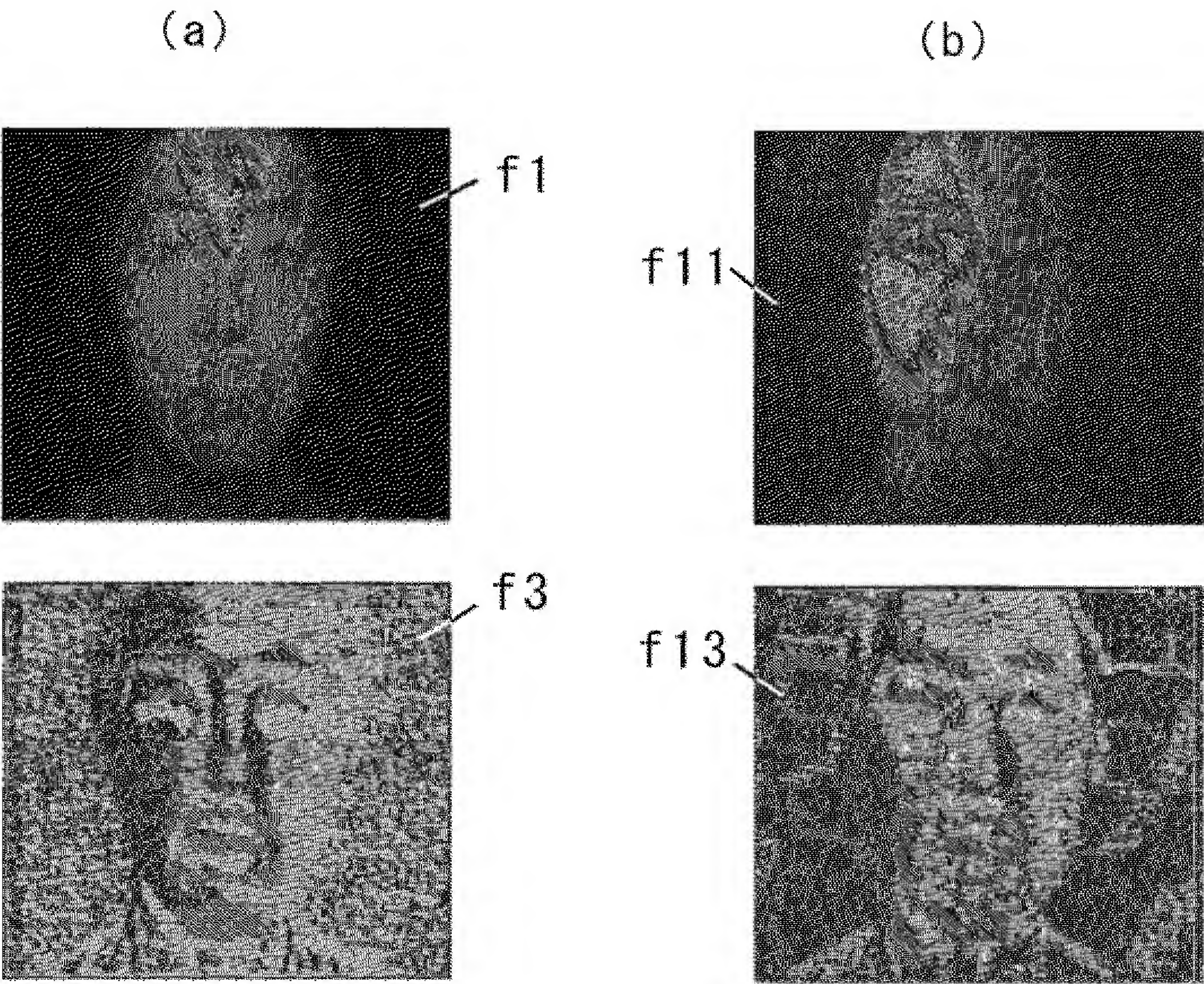
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 対象空間の環境光の変動の影響を受けることなく対象物を認識することができる画像処理装置を提供する。

【解決手段】 複数個の感光部 1 a が配列され対象空間を撮像する光検出素子 1 0 と、発光源 2 から対象空間へ光を照射していないときの各感光部 1 a の受光出力と発光源 2 から対象空間へ光を照射したときの各感光部 1 a の受光出力との差分（受光出力の振幅値）を画素値とする振幅画像を生成する画像生成部 3 と、画像生成部 3 で生成された振幅画像に基づいて対象空間内に存在する物体 O b の特徴量を抽出する特徴量抽出部 4 と、特徴量抽出部 4 により抽出された物体 O b の特徴量を予め登録されているテンプレートと照合して類似度を算出する類似度演算部 5 と、類似度演算部 5 で算出された類似度が所定値以上になる物体 O b をテンプレートに相当する対象物として認識する対象物認識部 6 とを備える。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 3 2

19900830

新規登録

5 9 1 2 1 8 1 9 0

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地

松下電工株式会社